BnF Gallica

Annales des postes, télégraphes et téléphones : recueil de documents français et étrangers concernant les services [...]

Source gallica.bnf.fr / Musée de La Poste

BnF Gallica

. Annales des postes, télégraphes et téléphones : recueil de documents français et étrangers concernant les services techniques et l'exploitation des postes, télégraphes et téléphones. 1932-01-01.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter
utilisation.commerciale@bnf.fr.

ALES
ES
T.
52

8°
2

Source gallica.bnf.fr / Musée de La Poste

MUSEE DE LA POSTE
P 8°
2

21e ANNÉE. — N° 1. JANVIER 1932. PRIX : 6 francs.

MUSÉE DE LA POSTE
P8°
2

ANNALES DES POSTES TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES

ORGANE MENSVEL PVBLIÉ PAR LES SOINS
D'VNE COMMISSION NOMMÉE PAR M. LE MINISTRE
DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

LIBRAIRIE
DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
3 RUE THENARD PARIS. Ve.

Prix de l'Abonnement annuel : France..... 60 francs ; Etranger..... 100 francs.

ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

Revue mensuelle publiée par les soins
d'une commission nommée par
LE MINISTRE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

☛ La commission des *Annales* n'est en aucune façon responsable des opinions émises et des théories développées par les auteurs et qui peuvent ne pas refléter la doctrine de l'administration ; elle ne s'immisce pas dans les questions de priorité.

RÉDACTION : 20, RUE LAS CASES, PARIS 7e.

Téléphone : Littré 78.61.

Pour tout ce qui concerne les abonnements et la publicité, s'adresser à l'éditeur :

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE,
3, rue Thénard, Paris 5e.

TABLE DES MATIÈRES.

La gestion des magasins dans les grandes entreprises, par M. CORNET, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes. . 1

Note sur les bruits et leur mesure, par P. CHAVASSE, ingénieur des Postes et Télégraphes. 15

Les accidents dus à l'électricité et les moyens de secours actuels, par R. LEGENDRE, directeur de laboratoire à l'Ecole des Hautes Etudes, chef des services techniques de l'Office national des recherches et inventions. 47

Premiers essais de câble chargé en France 64

Comte rendu des travaux et études du laboratoire national de radioélectricité présenté au Conseil supérieur du laboratoire, par C. GULTON, directeur. 70

REVUE DES PÉRIODIQUES : Sur un système électrique auto-entretenu utilisant un tube à néon 81

BREVETS D'INVENTION 84

BIBLIOGRAPHIE. 88

ANNALES DES POSTES, TÉLÉGRAPHES ET TÉLÉPHONES.

ANNALES des POSTES, TÉLÉGRAPHES et TÉLÉPHONES.

REVUE MENSUELLE PUBLIÉE PAR LES SOINS
D'UNE COMMISSION NOMMÉE PAR LE MINISTRE
DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES.

XXIe ANNÉE.

L4136
7059

PARIS,
LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE,
3, RUE THÉNARD.
1932.

MP

LA GESTION DES MAGASINS

dans les grandes entreprises,

par M. CORNET,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

Les questions de matériel ont une grande importance dans la plupart des entreprises. Elles ne manquent donc pas de préoccuper l'administration des Postes et Télégraphes, qui vient de publier une instruction détaillée sur l'organisation du fonds d'approvisionnement.

Aussi nous a-t-il paru intéressant de publier une étude faite par M. Cornet à l'occasion du cours qu'il professe à l'Ecole des hautes études commerciales sur « L'outillage industriel et l'organisation des magasins ».

L'étude porte sur l'utilité des magasins, leur aménagement en vue de classements et de manutentions commodes, et sur les précautions à prendre pour la conservation du matériel. Elle donne une définition précise du stock critique.

L'utilité du magasin comme intermédiaire entre les fournisseurs et les ateliers ou les services consommateurs résulte principalement des considérations suivantes :

a) Seul, il permet d'acheter par grandes quantités des marchandises qui seront employées et distribuées par petits lots, et d'éviter le gaspillage des objets mis à la disposition des services et des ateliers pour un emploi déterminé ;

b) Le magasin permet d'avoir à coup sûr et en temps voulu ces matières ;

c) Son organisation permet seule un calcul rigoureux des quantités et des prix des matières dans l'évaluation des prix de revient.

En particulier, les achats par grandes quantités permettent d'obtenir de meilleures conditions de qualité et de prix (prix de gros, transports, etc...), et diminuent la fréquence et le travail des opérations du service des approvisionnements.

Le stock en magasin permet d'éviter toute perturbation dans l'activité des services de l'entreprise et dans le cycle des fabrications des ateliers. Il permet de réduire les délais de livraison

aux clients, soit dans les offres, soit dans les commandes, ce qui dispose favorablement la clientèle et élimine les pénalités pour retards.

Ces considérations conduisent à organiser les magasins suivant les principes suivants :

1) Connaître exactement les spécifications des marchandises emmagasinées ;

2) Avertir le service des achats dès que le stock critique de telle ou telle matière est atteint ;

3) Vérifier et comptabiliser les entrées et les sorties en quantité et en prix ;

4) N'accepter en magasin que les matières conformes aux conditions des marchés ;

5) Veiller à ce que les marchandises stockées ne se perdent pas, ni ne se détériorent ;

6) Emmagasiner les matières de la manière la plus commode pour les manutentions et la moins encombrante.

La troisième condition n'est réellement satisfaite qu'au moyen du procédé bien connu de l'inventaire permanent.

La quatrième condition exige que les marchandises ne soient comptabilisées par le magasinier que sur le vu de pièces d'entrées visées par le service de vérification du matériel.

Symboles de nomenclature. — Il est indispensable qu'il n'y ait jamais doute, dans aucun service de l'entreprise, sur l'identité d'un objet quelconque de matériel. Tous ces objets doivent donc recevoir partout une désignation unique, un nom correspondant à une spécification unique et complète, propre à chacun d'eux. Cela se traduit le plus simplement par un symbole de nomenclature convenable, dont chaque élément rappelle une propriété spécifique de l'objet.

Cette symbolisation peut d'ailleurs être numérique (et généralement alors décimale), ou bien littérale, ou bien mixte.

Cela permet de coordonner les classements et de simplifier énormément les répertoires et la comptabilité, par emploi des divers procédés bien connus de sélection par fiches perforées, de

casiers à volets mobiles, ou même de machines à statistiques. La symbolisation aide puissamment au classement même des objets dans les magasins, sans que toutefois celui-ci puisse la calquer exactement, à cause de l'extrême variété des encombrements et des poids.

Stocks critiques. — La fixation du stock minimum au dessous duquel il faut se préoccuper sans délai de réapprovisionner ne saurait être confiée au magasinier. Elle ressort à la direction et au service des approvisionnements, mais elle résulte des données de la comptabilité du magasin.

Prenons un magasin fictif, où la cadence des sorties serait rigoureusement constante, $D_s = 2$ jours par exemple, ainsi que leur importance $Q_s = 5$ kilos pour une certaine marchandise. Supposons aussi que le délai nécessaire au réapprovisionnement (délai d'entrée) soit également assuré : $D_e = 60$ jours.

Soit Q_e la quantité minimum correspondant à une commande raisonnable et économique de réapprovisionnement (quantité économique ou d'entrée). Tout d'abord, chaque commande devra être égale à $\lambda . Q_e$, avec $\lambda \geqslant 1$.

Admettons qu'il n'y ait aucune commande en cours au moment où l'on en passe une de λQ_e. On se trouvera évidemment dans les conditions les plus favorables d'économie si l'on possède en magasin, à cette époque, une quantité tout juste supérieure à la quantité Q_o qui sera consommée avant livraison de la commande :

$$Q_o = \frac{D_e}{D_s} \cdot Q_s = 150 \text{ kilos.}$$

Donnons à cette quantité Q_o le nom d'*existant de base.*

Plusieurs cas sont alors à considérer :

1) Si $Q_e > Q_o$ (ici, $Q_e > 150^{kg}$), on est assuré qu'à l'exécution de la commande λQ_e on aura quelque temps devant soi pour en passer une nouvelle ; on la fera quand l'existant réel approchera de nouveau de la valeur Q_o.

2) Si $Q_e < Q_o$, on a deux possibilités :

a) soit passer chaque fois une commande λQ_e égale au moins à Q_o, en prenant λ suffisamment grand, c'est-à-dire :

$$\lambda \geqslant \frac{Q_o}{Q_e}, \quad \text{ou :} \quad \lambda \geqslant \frac{D_e}{D_s} \cdot \frac{Q_s}{Q_e};$$

cette méthode conduit à faire de fortes commandes périodiques relativement rares, chaque fois que l'existant réel approche de Q_o ;

b) soit passer des commandes λQ_e moindres que Q_o à une cadence plus rapide que le délai de livraison D_e : ici, nous sortons de l'hypothèse primitive qu'aucune commande n'est en cours déjà au moment de la passation d'une nouvelle commande ; si l'on se contentait de passer une seule fois la commande $\lambda Q_e < Q_o$, et cela au moment où l'existant est $Q_o + \varepsilon$, il arriverait qu'au bout du temps D_e l'existant ne serait plus que $\lambda Q_e + \varepsilon$: cet existant ne pourrait plus assurer la consommation que pour un temps

$$\theta = \frac{\lambda Q_e + \varepsilon}{Q_s} \times D_s < D_e ;$$

ce temps constitue donc le délai maximum qui peut s'écouler entre

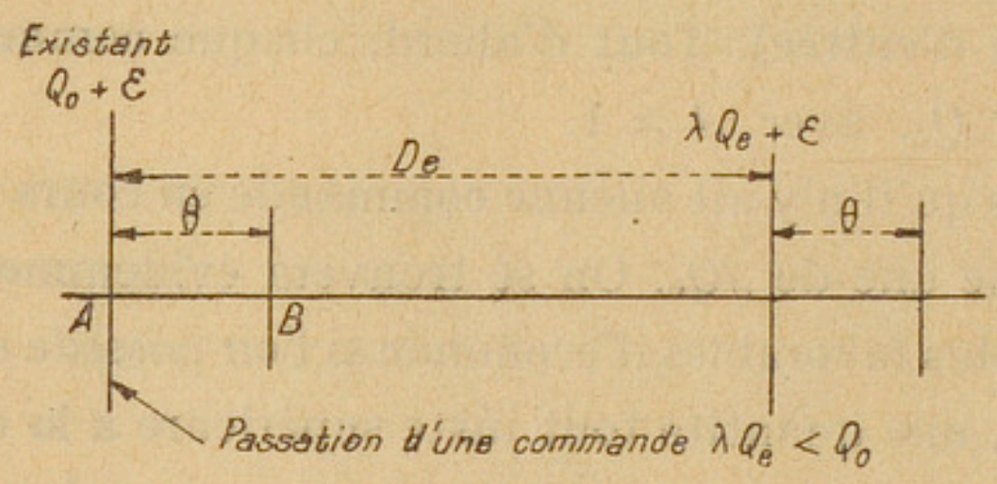


Fig. 1.

la passation de la première commande A, et la passation de la seconde B ; au terme de ce délai, en B, l'existant sera tombé à

$$Q_o + \varepsilon - \lambda Q_e ;$$

comme une livraison λQ_e n'assure la consommation que pour une durée θ, il est bien clair que commandes et livraisons se succéderont à cette cadence, dont l'échéance est annoncée par la chute de l'existant réel à la valeur

$$Q_c = Q_o - \lambda Q_e ;$$

Q_c peut donc être qualifié d'*existant critique*.

En résumé, l'existant de base se confond avec l'existant critique dans les deux premiers cas. Dans le troisième, il est égal à la somme de l'existant critique et de l'unité de commande.

Le choix entre les possibilités 2-a et 2-b est déterminé par la comparaison des conditions les plus économiques d'achat, car si, dans le cas 2-a, l'amortissement du capital immobilisé est plus fort que dans le cas 2-b, inversement la plus grande importance de la commande peut faire obtenir de meilleurs prix et réaliser des transports moins onéreux.

Nous avons raisonné jusqu'ici en partant de l'hypothèse théorique d'une régularité parfaite dans les entrées et les sorties. Mais, pratiquement, les grandeurs Q_e, Q_s, D_e, D_s sont loin d'être constantes et bien connues. On ne peut guère qu'évaluer leurs valeurs moyennes, d'ailleurs variables suivant les circonstances économiques, les saisons, etc... Ces valeurs, ainsi que les quantités que l'on en déduit, ΔQ_e, Q_o, Q_c, doivent donc être fréquemment révisées.

De plus, il faut tenir compte de leur imprécision. Il faut songer aussi que le raisonnement théorique a été fait dans l'hypothèse limite où la livraison de la commande se produit exactement au moment où l'existant va tomber à zéro (cas 1 et 2-a), ou devenir déficitaire (cas 2-b).

Pour ces diverses raisons, il faut affecter l'existant d'un coefficient de sécurité $k > 1$, fixé d'après l'expérience que l'on a de l'affaire, et qui diffère suivant le matériel approvisionné et les circonstances. On appellera en définitive existant de base et existant critique les quantités :

$$Q_o = k \cdot \frac{D_e}{D_s} \cdot Q_s \quad \text{et} \quad Q_c = k \cdot \frac{D_e}{D_s} \cdot Q_s - \Delta Q_e .$$

Dans tout ce qui précède, nous avons parlé des entrées et des sorties effectives, desquelles se déduit chaque fois l'existant dans le système de l'inventaire permanent, le seul mode de comptabilité qui conduise à une gestion sûre des magasins. Toutefois, il arrive fréquemment qu'une marchandise soit bien en magasin, mais qu'elle soit retenue d'avance pour une date déterminée, soit en vue d'une

fabrication en train, soit pour une livraison promise à un client c'est, par exemple, le cas des livraisons échelonnées par abonnements (charbons).

Or, s'il est indispensable de connaître à tout moment l'existant réel, il serait cependant ridicule de ne pas tenir compte, pour les réapprovisionnements, de ce que l'on sait déjà de l'avenir, les sorties futures de matières qui ne sont pour ainsi dire plus en magasin puisqu'elles sont retenues. Il importe donc de compléter la comptabilité ordinaire d'inventaire permanent par une comptabilité parallèle d'inventaire permanent des seules quantités qui soient réellement *disponibles*, celles qui sont vraiment en stock pour faire face aux mouvements de matières encore inconnus.

C'est à ce disponible qu'il paraît bon de réserver le nom de *stock* : stock de base, stock critique, etc..., partout où nous avons employé le terme *existant* dans ce qui précède.

Conservation du matériel en magasin. — De toute évidence, les magasins devraient toujours être disposés de façon à préserver les marchandises contre le vol, la dissimulation, le gâchage et la détérioration.

Il ne viendrait à l'idée de personne de laisser, dans une affaire, le numéraire à la portée de tout le monde : on met la masse en garde dans de solides coffres-forts surveillés ; quant au volant journalier d'argent liquide, il est confié à un caissier, bien isolé dans un box grillagé.

Or bien des catégories de matériel sont aussi tentantes que des billets de banque. Cependant, on oublie trop souvent les sommes que le matériel représente pour son achat et son entretien, et combien sa disparition peut rester longtemps inaperçue en raison de sa dispersion et de la multiplicité de ses formes.

En bonne logique, les magasins doivent donc, en principe, être clos, leurs issues gardées, et leur accès interdit à toute personne étrangère au service du magasin. Mais il ne faut pas pousser la chose à l'extrême, et l'on peut très bien envisager, à l'intérieur des grands établissements, des dépôts ou entrepôts ouverts pour le matériel très lourd et encombrant, de valeur unitaire minime

(tôles, cornières, boulons, etc...), à la condition qu'il soit bien parqué.

Par suite, les magasins sont généralement centralisés, afin d'économiser sur les dépenses de clôture et de surveillance, dans la mesure toutefois où les frais en manutention et perte de temps ne deviennent pas excessifs. Nous avons signalé ailleurs l'opportunité que peuvent présenter, à ce point de vue, les sous-magasins et la nécessité de les maintenir sous le contrôle et la gestion du magasin central.

Il faut se défier, en particulier, de l'éclosion spontanée des réserves clandestines que les ouvriers et les contremaîtres, et les chefs de service même, ont tendance à se constituer en outillages et matériels variés, et qui leur permettent de cacher des « loups » de fabrication ou tout simplement d'accroître leur indépendance. On n'a pas idée de l'importance énorme du capital qui peut être ainsi immobilisé par esprit de thésaurisation dans les innombrables réserves occultes dispersées dans une entreprise mal surveillée. Non seulement elles multiplient les tentations de vol, mais encore ce matériel ignoré se déprécie, par négligence, sans avoir jamais été utilisé. Mieux vaut donc, dans certain cas, permettre de petites réserves avouées, gérées par quelques intéressés et officiellement réapprovisionnées suivant les règles (outils remplacés nombre pour nombre, etc...).

Enfin les marchandises doivent être mises à l'abri de la détérioration. A cet effet, les conditions matérielles des locaux choisis doivent correspondre à la délicatesse des objets ou produits emmagasinés. Il n'y a là que des cas d'espèce. Mais il serait paradoxal de loger n'importe comment un matériel précieux et périssable, quand on a pris des soins inouis pour l'acheter et le vérifier ou le fabriquer. C'est ainsi pourtant qu'agissent trop souvent de riches industriels, qui ne songeraient pourtant pas à entreposer chez eux des meubles de prix dans des caves humides.

En plus des locaux eux-mêmes, une excellente disposition pour les marchandises qui se détériorent, se déprécient ou se démodent avec le temps (charbons, ficelles, papiers sensibles ou de couleur, etc...) consiste à avoir plusieurs tas, ou casiers, entre lesquels

on établit un roulement : l'un d'eux est en perce, si l'on peut dire, tandis que les autres se remplissent et se réapprovisionnent; c'est la méthode des bonnes ménagères pour leur armoire à linge. La tendance au moindre effort conduit, sans cela, à ne jamais mettre à la main les draps placés au bas des piles. Aussi sera-ce toujours une bonne mesure que de placer dans des conditions exactement identiques pour la manutention les tas ou casiers en roulement : les casiers jumelés à la même hauteur, par exemple.

Cette méthode permet en outre, dans certains cas (charbons, par exemple), de distinguer aisément l'identité des fournitures successives, d'apprécier leurs qualités comparées, et d'éviter aussi les pertes de temps en pesées à chaque prélèvement, puisqu'il suffit de contrôler la durée d'épuisement du tas.

Aménagement des magasins. — A cause des multiples manutentions, il y a intérêt à prévoir des sols unis.

Il est bon parfois d'avoir plusieurs magasins spécialisés (matières premières, produits demi-finis, pièces terminées, outillage, entretien, etc...) ou encore à cause des dangers d'incendie, magasin aux essences, magasin aux bois, etc... Ce sont des cas d'espèce.

Une bonne disposition consiste généralement en une *allée centrale* d'approvisionnement, des *travées rectangulaires* de part et d'autre pour le logement des marchandises et, suivant le cas, des *guichets de distribution* dans le prolongement de ces travées, juste en regard des ateliers consommateurs, ou bien des *allées latérales* pour l'évacuation des sorties.

Cette disposition se prête bien au classement du matériel et à l'établissement d'un *répertoire géographique* commode, permettant de situer rapidement l'emplacement de tel ou tel matériel catalogué. Cet emplacement pourra être représenté par un symbole décimal, littéral ou mixte, exactement comme les symboles de nomenclature, avec lesquels il ne peut malheureusement pas toujours coïncider. C'est ainsi que le symbole C 38576 voudra dire, par exemple : bâtiment C, 3e étage, travée 8 (côté pair de l'allée centrale), gradin 5 (côté impair de la travée), 7e loge, casier 6, en s'inspirant de la numérotation des rues dans les villes.

Cela permet de suspendre au droit de chaque travée une pancarte à double face, visible de chaque extrémité de l'allée centrale, avec son chiffre indicatif très apparent, par exemple :

C 3 8

D'autres inscriptions visibles sur les loges ou les casiers peuvent être complétées par des *fiches de case*, portées par des pochettes métalliques. Ces fiches comportent les indications de *spécification*, de *nomenclature*, d'*unités d'emballage*, etc... et des colonnes où les magasiniers inscrivent les *entrées*, les *sorties* et l'*existant* à toute opération.

Il va de soi que, plus la normalisation du matériel est poussée, plus on économise de place. Mais on réduit encore beaucoup l'encombrement du magasin par un groupement, un *gerbage* judicieux des marchandises : gerbage vertical pour les tiges et les barres, plan vertical pour les vitres, piles à étagements entrecroisés pour les barres et traverses de dimension, entassements plans pour les tôles de dimension, etc...

On a souvent intérêt à utiliser les *travées à étages en gradins* comme des marches d'escalier, qui facilitent les manutentions verticales par ponts roulants et les opérations du personnel, sans usage d'échelles, qui viennent encombrer les passages.

Quand l'emploi de casiers s'impose, on fera sagement de les normaliser, car c'est précisément là où le matériel emmagasiné est extrêmement divers que la normalisation des casiers rend le plus de services. Le meilleur type est le casier « standard » ayant de 2 mètres à $2^{m},50$ de hauteur, divisé en compartiments égaux ayant environ 60 centimètres dans les trois dimensions Chaque compartiment est garni de boîtes de différentes dimensions, choisies cependant parmi les sous-multiples simples du compartiment. La figure 2 montre, par exemple, les différentes combinaisons que l'on peut réaliser avec trois types seulement de boîtes. Selon la nature du matériel, les boîtes seront ouvertes ou fermées, sur une face ou sur une autre, et disposées dans un sens ou dans un autre.

Tous les dispositifs de manutention peuvent avoir leur utilisa-

tion dans les magasins : monte-charges, ponts roulants, tapis roulants, monorails, tobogans, chemins à rouleaux, etc...

Mais ce sont surtout les appareils à transport intermittent et à itinéraire variable qui sont d'un emploi général.

Ce sont les *chariots* de toute sorte, tirés à bras d'homme ou mus par moteurs électriques à accumulateurs, moteurs à essence

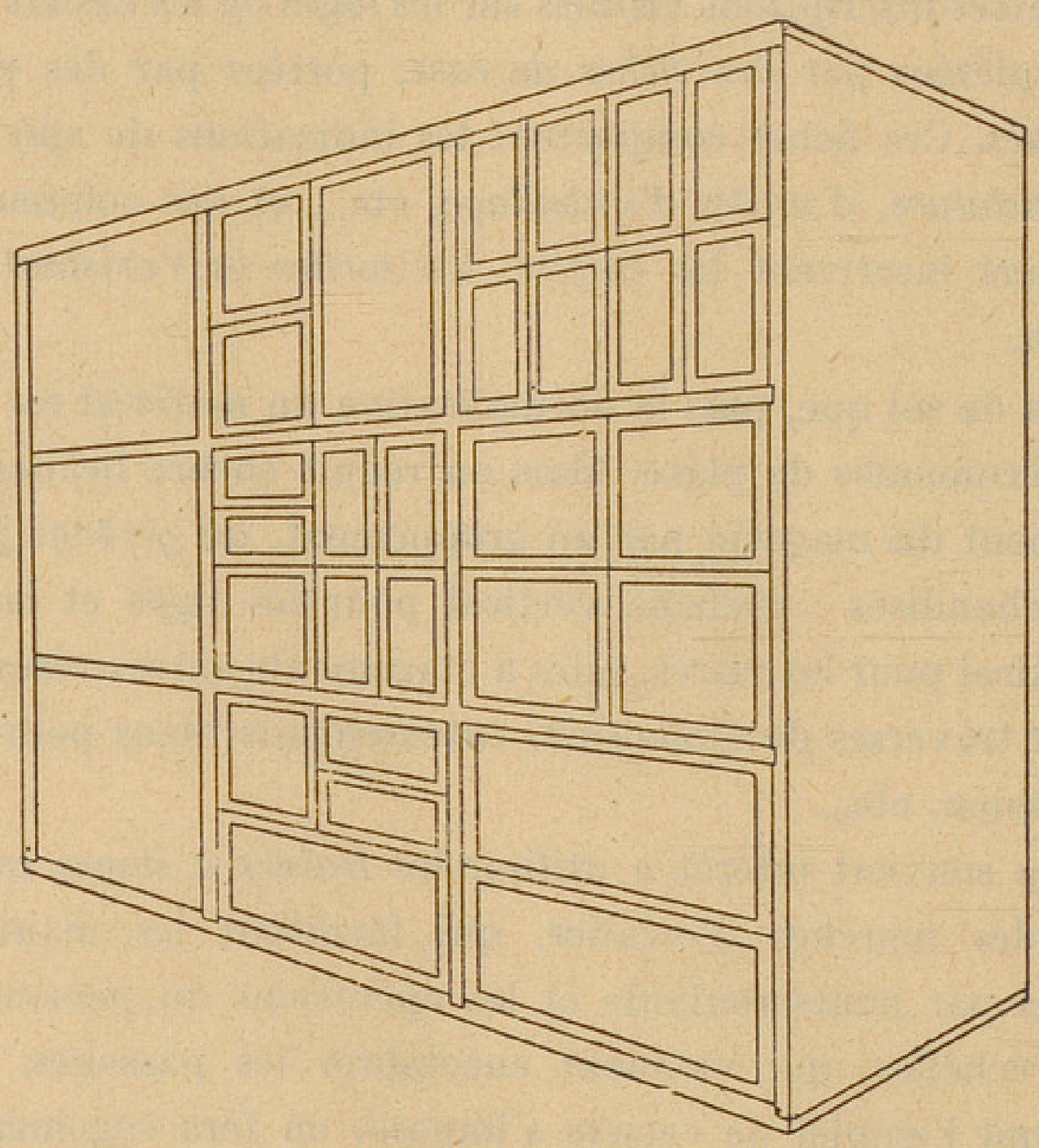


Fig. 2.

ou à air comprimé, etc... Il y a les modèles les plus variés depuis la brouette et les diables jusqu'aux cars perfectionnés. Ils sont à une, deux, trois ou quatre roues, à un et deux essieux, ou même trois placés à des niveaux différents pour supporter la charge quelle que soit la manière dont le poids se répartit. Il y en a avec ou sans timon, à cheville ouvrière, ou à roues pivotantes, ou à roues coulissantes, pour faciliter les changements de direction, les chargements et les déchargements.

Il y en a formant remorques, qu'un tracteur peut abandonner et reprendre à volonté ou qui peuvent être groupés par rames entières

avec accrochage Renard de manière que chaque élément suive exactement le même trajet que le tracteur guide.

Un dispositif extrêmement commode et facile à normaliser dans un même établissement pour effectuer les transports les plus variés est le système des *chariots à plateforme élévatrice*, qui supprime des quantités de manutentions à bras d'hommes pour les chargements et les déchargements. La course de levée de la plateforme est généralement de quelques centimètres et s'obtient par simple abaissement à la main du timon du chariot, ce qui provoque la déformation de cadres articulés en parallélogrammes ou un glisse-

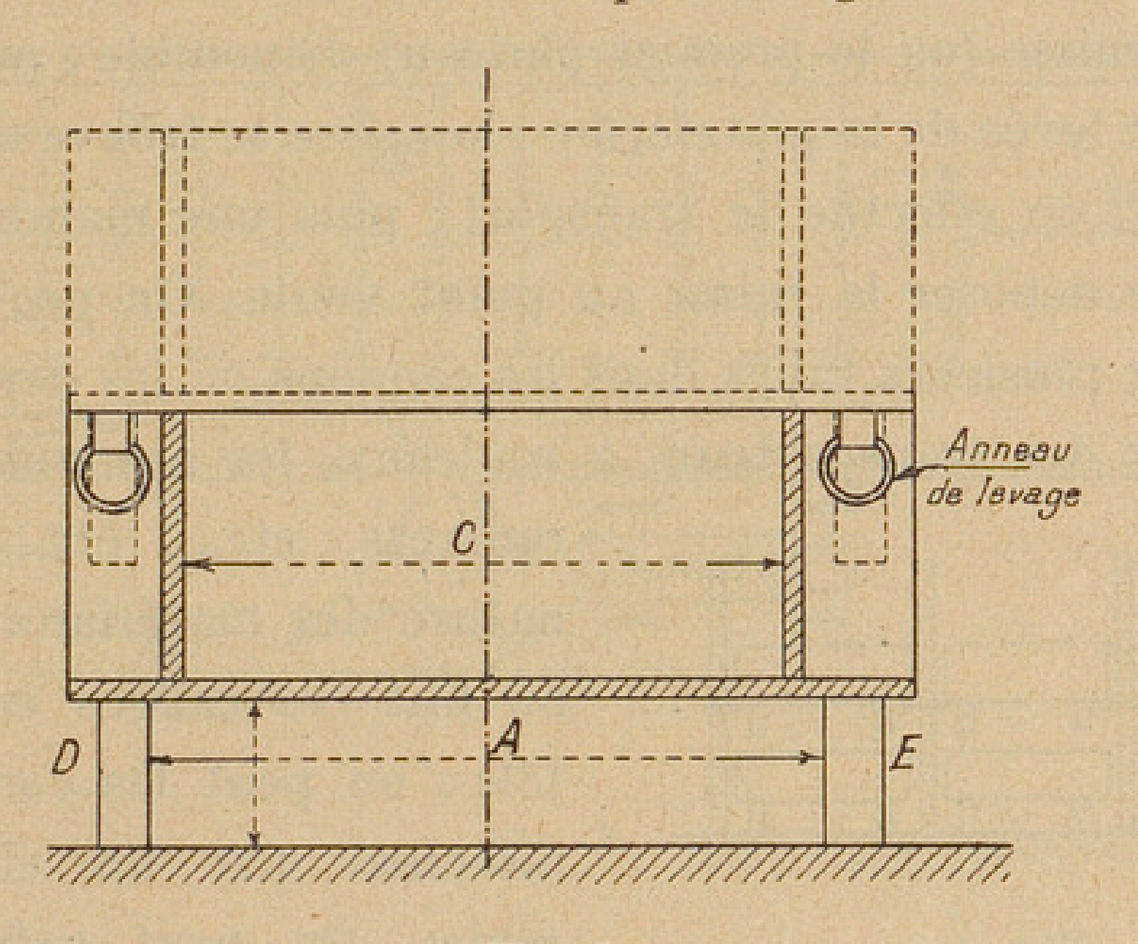


Fig. 3.

ment sur plans inclinés. Naturellement, la levée peut être produite mécaniquement sur les chariots à moteur.

Dans les *chariots gerbeurs*, la course de levée atteint et dépasse 2 mètres ; elle est assurée par un treuil et des guidages convenables. L'appareil peut alors servir non seulement au transport, mais encore aux chargements et déchargements entre camions et casiers élevés des magasins.

Ces chariots élévateurs sont complétés par des caisses ou des plateaux normalisés, c'est-à-dire de dimensions uniformes dans tout l'établissement. Par exemple, la caisse est supportée par deux pieds longitudinaux D et E (fig. 3), dont l'écartement A et la hauteur B sont choisis de manière que les plateformes des chariots puissent pénétrer entre eux sans difficulté. L'écartement A est

aussi supérieur de quelques centimètres à la largeur de la caisse C, pour qu'on puisse empiler aisément plusieurs caisses les unes sur les autres. Les fonds peuvent servir de points d'attache à des anneaux de levage, utiles pour les transbordements par grues, ponts roulants ou monorails. La dimension des caisses est choisie en plan de telle sorte que, placées côte à côte, elles remplissent exactement la place disponible sur les camions.

La manœuvre est évidente. Un seul chariot élévateur peut desservir un grand nombre de caisses ou de plateaux en cours de chargement ou de déchargement. On introduit le chariot sous la première caisse (ou le premier plateau) disponible ; on fait la manœuvre de levée de la plateforme ; la caisse se trouve soulevée avec sa charge ; on effectue le transport ; puis une manœuvre inverse permet de déposer la caisse au point voulu. On peut empiler les caisses sur plusieurs rangs dans les camions ou les dépôts, les faire glisser sur des transporteurs à rouleaux, les reprendre par ponts roulants, etc..., etc... Suivant la nature des matériaux transportés, on fait ces caisses en bois ou en tôle ; on peut les compartimenter aisément par les cloisons amovibles. On peut enfin construire facilement des châssis métalliques dont chaque élément peut servir de perchoir à un plateau ou à une caisse et constituer ainsi un magasin facile à desservir pour les lourdes charges par pont roulant ou chariot gerbeur (fig. 4).

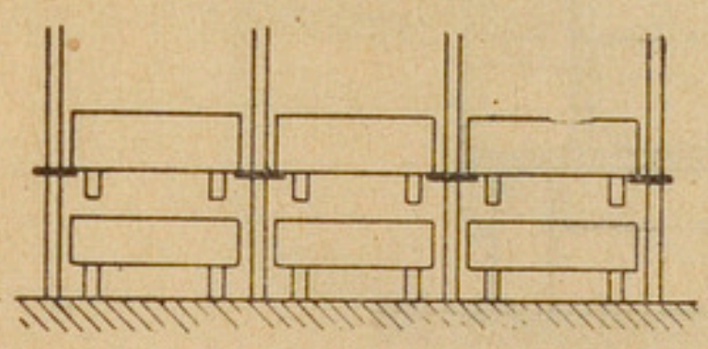


Fig. 4.

Dans ce cas, les plateaux eux-mêmes peuvent constituer les étagères du magasin. On emploie cette disposition dans nombre d'imprimeries. Des chariots élévateurs à grande course de levée, dits *gerbeuses*, permettent de faire coulisser le plateau tout chargé sur les glissières de l'armature métallique. On récupère le plateau quand le jeu des sorties a libéré la case, dans laquelle on puise par roulement avec des cases voisines. Il est vrai que la confection des plateaux revient assez cher, encore qu'ils soient normalisés. Mais ce qu'il faut calculer, c'est le prix de revient total du magasinage,

car la construction de casiers ordinaires est onéreuse aussi et les pertes de temps de la main d'œuvre de manutention.

Pour terminer, nous donnerons un exemple simple de transports en magasins ou ateliers bien ou mal conçus : il s'agit d'un magasin de barres d'acier dans un atelier de tronçonnage.

Les figurent 5 et 6 montrent : l'une les tribulations d'une barre dans une installation mal étudiée, et l'autre ses déplacements simples et réduits dans une usine moderne.

Sur la première, on voit un magasin où les barres ont été logées verticalement dans des rangées de box, pour économiser judicieu-

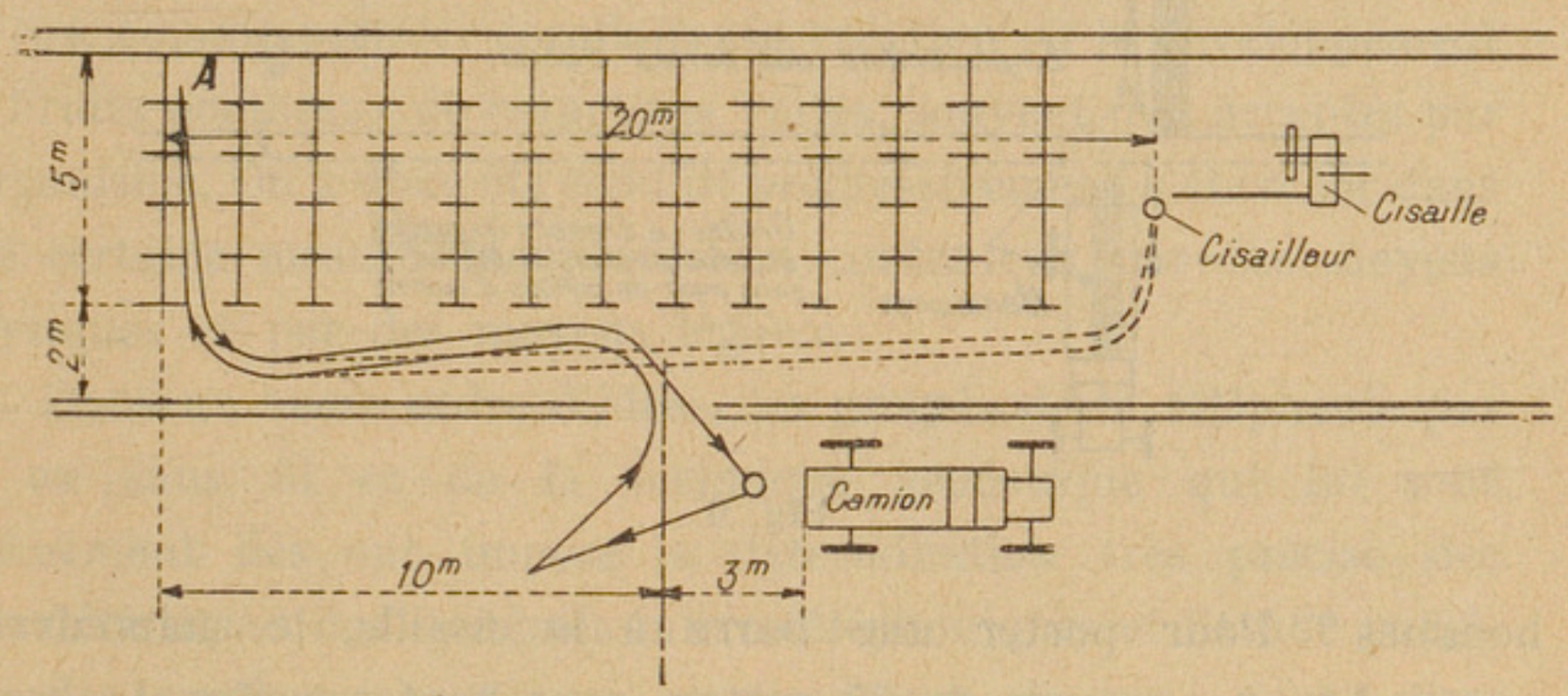


Fig. 5.

sement la place. A l'extrémité, se trouvent les cisailles pour le tronçonnage. Malheureusement, il y a d'abord des pertes de temps dues aux rencontres qui se produisent entre les manutentionnaires chargés d'emmagasiner les arrivages et ceux qui font la desserte des cisailles. Mais il faut analyser de près les mouvements de ces ouvriers et leurs déplacements. Le camion qui amène l'acier s'arrête à 3 mètres environ de l'unique porte afin de la dégager. Le manœuvre chargé de placer la barre dans la case A fait un trajet de 32 mètres, aller et retour. Il s'approche de l'arrière du camion, saisit la barre, marche à reculons pour la dégager du camion, fait un quart de tour pour orienter la barre vers l'ouverture, fait quelques pas en avant et, quand la barre est à demi engagée dans la porte, il continue à s'avancer, en la redressant afin d'éviter qu'elle ne bute contre les box. Après

avoir pénétré lui-même dans le hall, l'ouvrier fait une conversion à gauche en ramenant sa barre horizontale. Il parcourt ainsi 10 mètres. Arrivé à la travée de box A, nouveau quart de tour, nouveau redressement presque vertical de la barre ; et c'est dans cette posture incommode que s'achève le voyage. Représentez-vous une vue cinématographique accélérée de ces opérations, et vous pourrez vous demander quelle étrange danse exécute le malheureux. Que sera-ce si la barre est lourde et exige le concours de plusieurs

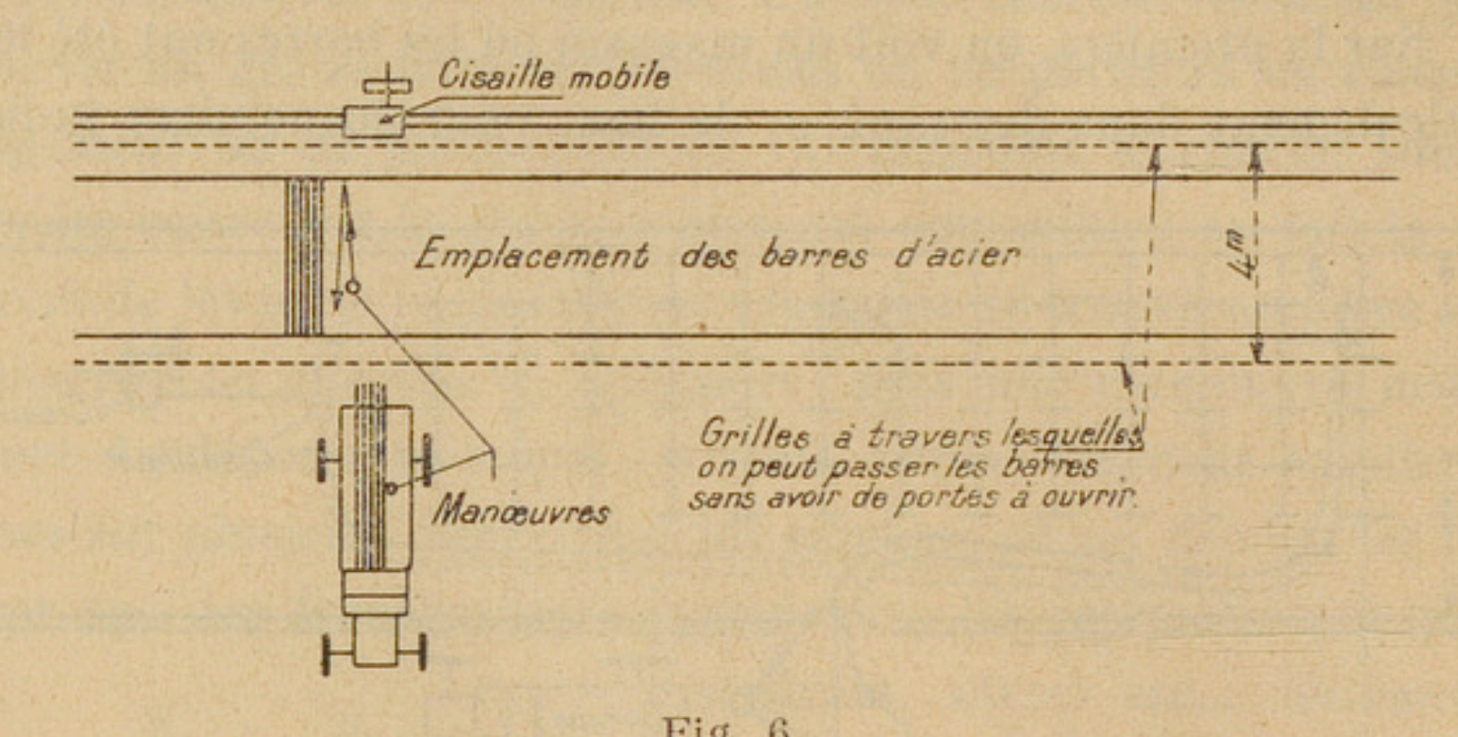


Fig. 6.

hommes ? Pour porter une barre à la cisaille, le manœuvre accomplit un parcours de 55 mètres avec toutes sortes de contorsions exténuantes.

La figure 6 montre, au contraire, une installation beaucoup plus rationnelle. Les barres sont placées horizontalement sur un sol formant quai à hauteur des véhicules. Le magasin est fermé comme une cage, doublée au besoin d'un rideau de tôle mobile. On peut donc aisément passer les barres entre les barreaux de la grille. La cisaille est amovible. Ainsi les camions viennent se placer en face des emplacements correspondant au type des barreaux qu'ils apportent. Les manutentions sont simples et commodes : le trajet du manœuvre est de 3 mètres au lieu de 32 pour l'emmagasinage, de 2 mètres au lieu de 55 pour le tronçonnage (1).

1. Ouvrages consultés : CARLIOZ, *Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles ;* J. ROMAN, *L'organisation industrielle américaine ;* E. MATTERN, *Création, organisation et direction des usines ;* C. BERTRAND THOMPSON, *La réorganisation des usines ;* P. CHARPENTIER, *Organisation industrielle.*

Note sur

LES BRUITS ET LEUR MESURE, [1]

par P. CHAVASSE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

La question des bruits est de tous côtés à l'ordre du jour. Les progrès de la science ou plutôt de la technique ont, dans beaucoup de cas, comme premier corollaire, la création ou le développement de bruits nombreux de caractères variés, souvent mal acceptés par l'organisme. On a donc été conduit progressivement à chercher dans une certaine mesure une protection contre eux par des moyens physiques et par des moyens légaux.

Dans un autre ordre d'idées, les progrès de la téléphonie par fil ou sans fil et de la technique acoustique qui lui sont intimement liés ont imposé la détermination très précise des caractéristiques des systèmes micro-téléphoniques et l'étude parallèle des systèmes émetteurs et récepteurs de son, c'est-à-dire en fait, des propriétés de la voix et de l'audition de « l'usager moyen » du téléphone.

Nous voudrions, dans cette note, résumer les conceptions actuelles des techniciens et rappeler auparavant les quelques notions essentielles d'acoustique qui leur servent de base et qui sont relatives à l'intensité d'un son. Nous étudierons ensuite sommairement quelques moyens pratiques de mesurer cette intensité et quels en sont les effets physiologiques.

Intensité d'un son.

L'intensité d'un son peut être caractérisée de deux façons différentes, suivant que l'on se place au point de vue du physicien

---

1. Rapport présenté à la séance du 13 novembre 1931 de la 5e section de la Société française des électriciens.

ou au point de vue du physiologiste. Il y a, en effet, dans le phénomène de l'audition, deux éléments distincts : a) le son en lui-même, considéré comme un phénomène objectif purement physique et mécanique relativement simple, en l'espèce une vibration de la matière, parfaitement susceptible de mesure ; b) la sensation auditive, qui, essentiellement subjective, fait intervenir d'une part le mécanisme complexe de l'ouïe et le fonctionnement mécanique des diverses parties de l'oreille, et d'autre part la transmission nerveuse aux centres cérébraux et l'impression de ces centres.

A) Intensité acoustique. — A la notion physique du son, correspond la définition de l'*intensité sonore* par le flux d'énergie par unité de surface et par unité de temps. Son expression mathématique,

$$I_a = pv,$$

est le produit de la pression instantanée p (accroissement de pression par rapport à la pression moyenne) par la vitesse instantanée v de la vibration. La dimension de cette grandeur,

$$\frac{\text{force}}{\text{surface}} \times \frac{\text{espace}}{\text{temps}} = \frac{\text{travail}}{\text{surface} \times \text{temps}} = MT^{-3},$$

est bien en accord avec cette définition. On remarque que le produit $I_a\, s$ (où s est un élément de surface pour lequel la pression est p et la vitesse v) correspond à la puissance instantanée électrique $u\, i$, produit de la différence de potentiel instantanée par l'intensité instantanée.

Dans le cas d'une onde plane sinusoïdale, la vitesse de vibration est égale à l'inverse du produit de la masse spécifique ρ par la vitesse de propagation c, et l'expression de l'intensité acoustique peut s'écrire :

$$I_a = \frac{p^2}{c\,\rho}.$$

Dans le cas d'une onde sphérique, cette formule est encore valable, pourvu que le rayon de courbure r des ondes soit suffisamment grand et que l'on puisse négliger $\frac{1}{r^2}$ devant $\frac{1}{r}$.

L'énergie ainsi définie représente d'ailleurs la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique, qui sont égales deux à deux en valeur moyenne.

B) Intensité subjective. — On sait que l'impression sonore, la sensation sonore varient d'une façon très différente de l'intensité acoustique. Leurs caractères sont commandés par les faits suivants, qui sont d'ailleurs bien connus de tous les acousticiens :

1° Il y a, pour l'intensité d'un son pur, deux valeurs moyennes qui limitent l'audibilité de ce son :

a) une valeur inférieure au dessus de laquelle l'oreille ne perçoit plus aucune sensation et qu'on appelle *le seuil d'audibilité* ;

b) une valeur supérieure au dessus de laquelle la sensation sonore devient intolérable et se transforme en sensation douloureuse : c'est le *seuil de la douleur*.

Ces deux valeurs, qui varient d'un individu à un autre, sont également, pour une même personne, variables d'une fréquence à une autre. Néanmoins, la courbure des courbes lieux des seuils d'audibilité et des seuils de douleur qui délimitent le champ d'audibilité est relativement faible dans la région moyenne (assez loin des fréquences extrêmes où le seuil d'audibilité et le seuil de la douleur se trouvent confondus). L'expérience montre de plus que deux sons de fréquences différentes, mais dont les niveaux d'intensité sont égaux (par rapport aux seuils d'audibilité correspondant à leurs fréquences respectives), produisent sur l'oreille des impressions sonores à peu près équivalentes. Il est donc normal de définir l'*intensité subjective* d'un son par le rapport de l'intensité mécanique de ce son à l'intensité du son de même fréquence correspondant au seuil d'audibilité.

On admet d'ailleurs généralement [1], comme valeur caractérisant le seuil d'audibilité, un son défini par une pression (excès de pression) de $3{,}3.10^{-4}$ baryes, c'est-à-dire par une intensité de :

$$I_a = 2{,}7.10^{-10} \text{ microwatts : } ^{\text{cmq}}$$

1. Wagner, Communication sur les *Bruits* à l'Institut Henry Hertz.

2° L'expérience montre encore que l'oreille ne gradue pas les sons suivant une loi arithmétique, mais obéit plutôt à une loi de progression géométrique ; autrement dit, elle note des variations relatives, et sa sensibilité relative pourrait être caractérisée par la loi logarithmique bien connue de Fechner, qui rend approximativement compte de la relation qui existe entre la sensation, phénomène subjectif, et l'excitation, phénomène physique.

Si l'on prend, dans ces conditions, le logarithme décimal du rapport de l'intensité physique considérée I_x à l'intensité de référence I_a, on obtient un nombre qui, multiplié par 10, donne en « phones » l'intensité subjective correspondante :

$$N \text{ phones} = 10 \log_{10} \frac{I_x}{I_a}$$

3° On peut encore distinguer une troisième propriété de l'oreille, qui consiste dans sa faculté de discerner les accroissements ou les réductions d'intensité sonore. La variation relative minimum qu'elle est capable de distinguer dépend d'une part de la fréquence et d'autre part du niveau initial dont on est parti. Il y a d'ailleurs lieu, comme l'a montré récemment M. Canac [1], d'utiliser pour cette détermination une méthode de mesure spéciale calquée sur la méthode optique dite des « scintillations ». En effet, l'oreille écoutant un son continu se fatigue vite, sa sensibilité diminue par un phénomène qui est une espèce de polarisation, de sorte qu'après commutation des deux sons, l'oreille s'étant un peu reposée pendant la commutation, le nouveau son apparaît en général renforcé, même s'il est en réalité d'intensité égale à celle de l'ancien.

La méthode des scintillations remédie précisément à cet inconvénient, par suite de la commutation rapide des impressions sonores perçues alternativement par l'oreille. Celle-ci n'a pas le temps d'éprouver de fatigue et se trouve placée dans un état de sensibilité pratiquement constante, qui lui permet de comparer deux sons avec une précision qui peut dépasser 1 /100, mais qui dépend toutefois du niveau des sons et de leur fréquence. Fletcher, dans *Speech*

---

1. Canac, *Mesure des intensités sonores par la méthode des scintillations* (*Journal de physique*, février 1931).

and hearing, a également longuement étudié cette question. Il indique qu'une vitesse de commutation inférieure à « une commutation toutes les cinq secondes » est trop petite et ne permet pas d'utiliser au mieux les propriétés de l'oreille. Inversement, une vitesse supérieure à 25 commutations par seconde est trop grande. La vitesse optimum serait comprise entre une et six commutations et voisine de trois. Il résume d'ailleurs les effets de la fréquence sur l'oreille par l'expression suivante de la *sensibilité différentielle* due à R.R. Riesz, ou minimum perceptible d'accroissement ΔE du son d'intensité E :

$$\frac{\Delta E}{E} = S_\infty + (S_t - S_\infty)\, 10^{-\frac{\alpha_0 n}{10}},$$

où :

$$\begin{cases} S_\infty = 0{,}000015\, f + \dfrac{126}{80\, f^{0,5} + f}, \\ S_t = 0{,}3 + 0{,}0003\, f + \dfrac{193}{f^{0,8}}, \\ n = \dfrac{244.000}{358.000\, f^{0,125} + f^2} + \dfrac{0{,}65\, f}{3.500 + f}, \\ \alpha_0 = 10 \log_{10} \dfrac{E}{E_0}, \end{cases}$$

f étant la fréquence, E l'intensité considérée et E_0 l'intensité correspondant au seuil d'audibilité ; α_0 est donc le niveau de sensation (ou intensité subjective) du son avant son accroissement. La variation de $\frac{\Delta E}{E}$ est donnée par la courbe de la figure 1 (1).

Les caractères de la sensibilité de l'ouïe varient non seulement d'un individu à un autre, mais encore d'un moment à un autre pour un même individu. Ils dépendent, en particulier, de l'état de fatigue plus ou moins grande des centres nerveux et des conditions physiques générales qui accompagnent le son perçu.

On sait, en effet, que le fonctionnement des organes de la sen-

---

1. Extrait de FLETCHER, *Speech and hearing*. Voy. aussi R.R. RIESZ, *Differential intensity sensitivity of the ear for pure tones* (*Physical review*, seconde série, vol. 31, pp. 867-876).

sibilité aux ondes soit acoustiques, soit lumineuses est en quelque sorte réglé par deux éléments :

a) L'un concerne la persistance de l'impression sensorielle ; cette persistance empêche de distinguer deux impressions qui se succèdent à intervalle de temps trop court : un temps d'un quinzième de seconde entre ces deux impressions est pratiquement nécessaire pour que l'oreille puisse les séparer et les identifier.

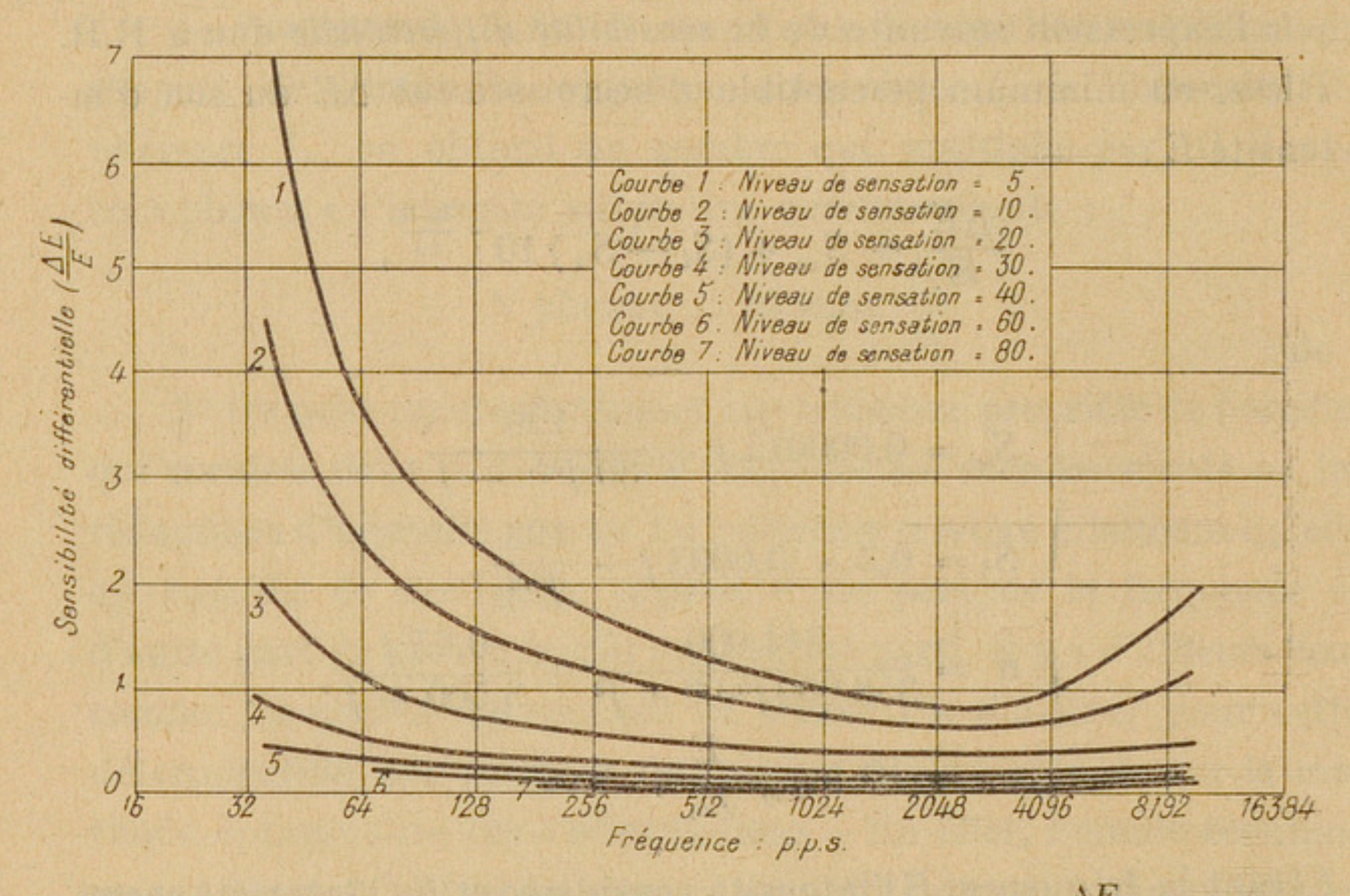


Fig. 1. — Variation de la sensibilité différentielle $\frac{\Delta E}{E}$.

b) Le second facteur à considérer est ce que l'on appelle, en général, l'*effet de masque*, c'est-à-dire d'éblouissement que produit un son plus fort vis-à-vis d'un son moins fort et qui réduit la sensibilité limite de l'oreille : de même que la lumière trop vive empêche l'œil d'apercevoir les objets de faible éclat, comme c'est par exemple le cas pour les étoiles, dont la lumière solaire masque la vue, de même, un son trop intense interdit à l'oreille de percevoir des bruits plus discrets. Dans un cas comme dans l'autre, tout se passe comme si le seuil de perception était rehaussé par cet effet de masque ou d'écran. Il est même possible d'utiliser cette modification du seuil pour évaluer numériquement l'intensité d'une manière globale qui tienne compte à la fois des propriétés physiques du son et de ses

effets physiologiques, qui sont en dernier ressort les plus intéressants.

Pour illustrer les considérations précédentes, il est possible de citer deux appareils pour la mesure de l'intensité subjective utilisant la faculté de comparaison de l'oreille :

a) l'appareil de Barkhausen, qui permet de comparer le son à mesurer, qui est perçu par l'une des deux oreilles, avec un bruit défini (en principe, un son ayant une fréquence de 100 p : s) produit par un récepteur téléphonique appliqué contre l'autre oreille ;

b) l'audiomètre de la Western [1], qui repose également sur le principe de la comparaison du son à mesurer, avec un son défini ; mais, à la différence de l'appareil de Barkhausen, il utilise un récepteur dont le pavillon est ajouré, ce qui permet à la même oreille de recevoir et de comparer les deux bruits et d'augmenter la précision ; en outre, le son de référence est un son oscillant dont la fréquence varie continuement entre deux limites; pour permettre d'harmoniser ce son avec le son étudié, l'audiomètre comporte un oscillateur susceptible de produire plusieurs groupes de sons de référence ; il est possible de citer, à cet égard, les six bandes de fréquences constituant les sons de l'un des types d'audiomètres :

Bande 1 : 160 — 240 p : s,
Bande 2 : 260 — 500 p : s,
Bande 3 : 500 — 1000 p : s,
Bande 4 : 1000 — 2000 p : s,
Bande 5 : 2000 — 3000 p : s.
Bande 6 : 3100 — 5400 p : s.

Le rappel de ces quelques notions, d'ailleurs fondamentales, permet de comprendre dans quelle voie les acousticiens se sont engagés à l'époque présente et comment ils ont été amenés à utiliser et à compléter les travaux et méthodes des physiciens du siècle dernier pour mesurer l'intensité des bruits, et pour évaluer de façon pratique et simple la gêne causée par le bruit.

---

1. Rogers H. Galt, *Méthod and apparatus for measuring the noise audiogram* (*The Journal of the Acoustical society of America*, mai 1929).

Le problème intéresse particulièrement les téléphonistes, en ce qui concerne d'une part la définition de leur norme de transmission et d'autre part leurs efforts contre les bruits, soit que ceux-ci se produisent au voisinage des postes de transmission (émission ou réception), soit encore qu'il faille rechercher la cause dans les phénomènes de perturbation électro-magnétique.

Il semble donc de quelque intérêt de rappeler certaines des bases de l'acoustique téléphonique, c'est-à-dire :

a) les moyens physiques dont dispose la technique pour produire, étudier et mesurer mécaniquement les champs acoustiques tels que les définissent les physiciens ;

b) les moyens également physiques qui permettent de rendre compte de l'appréciation physiologique et de fournir objectivement des renseignements facilement contrôlables et indépendants des dispositions psychologiques momentanées des opérateurs.

Etude physique objective du champ acoustique.

Pour explorer le champ acoustique, les techniciens ont, depuis Rayleigh, cherché à mesurer l'une des composantes du champ acoustique : a) la pression p, c'est-à-dire l'excès de pression instantanée (ou efficace dans le cas d'ondes sinusoïdales) sur la pression moyenne ; b) la vitesse de vibration v des particules mises en mouvement par l'onde sonore par rapport à leurs positions moyennes. On peut d'ailleurs classer ces méthodes en deux catégories, suivant qu'elles consistent à produire ou à mesurer un champ dans des conditions physiquement définies. Il ne sera traité, dans l'exposé suivant, que des méthodes les plus généralement utilisées, à savoir :

1° **Mesure de vitesse par le disque de Rayleigh.** — Rayleigh a indiqué en 1881 qu'un petit disque suspendu dans un champ acoustique tendait à se placer en croix avec la direction de propagation des ondes, en raison des remous tourbillonnaires qui se produisent sur ses bords. Il naît alors, en effet, un couple de torsion aérodynamique, qui dépend de l'angle θ du plan du disque avec la

direction des ondes et qui trouve un effort antagoniste dans le couple de torsion du fil suspendant le disque. Koenig, faisant dans les *Annales de Poggendorf* (1891) la théorie complète du phénomène, d'abord pour un disque ellipsoïdal de longueur infini ; puis pour un ellipsoïde infiniment aplati qui a comme cas limite le disque plan, a montré que :

a) dans un fluide non visqueux, le disque n'est soumis à aucun mouvement d'entraînement ;

b) il tend à se placer dans le sens de sa largeur en croix avec la direction dans laquelle s'effectue la vibration du fluide ; un tel phénomène s'explique par la dyssymétrie des mouvements du fluide au voisinage des parties extérieures (des rebords) du corps immergé dans le fluide, lorsqu'il occupe une position dyssymétrique par rapport à la direction D (fig. 2) du mouvement hydro-dynamique ; le couple de torsion est évidemment nul quand la symétrie existe, c'est-à-dire quand l'ellipsoïde a son plan de symétrie parallèle ou perpendiculaire à D ; il ne faut donc pas être surpris que mathématiquement le couple soit proportionnel à une fonction du produit $\sin\theta \cos\theta$, où θ est l'angle du plan de symétrie de l'ellipsoïde avec la direction des ondes.

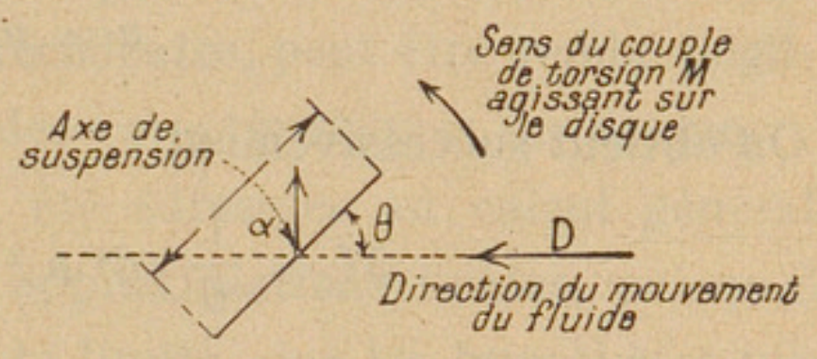


Fig. 2. — Disque de Rayleigh.

Si, toutes choses étant égales d'ailleurs, on renverse le mouvement du fluide, on se rend compte que, par raison de simple symétrie, le couple tendant à faire tourner l'ellipsoïde est le même que précédemment. Si le fluide, au lieu de se déplacer d'un mouvement continu, est animé d'un mouvement alternatif, les deux déplacements (positif et négatif) produiront sur le disque des couples directeurs de même sens : ce dernier aura un effet détecteur.

Le couple de torsion M sera donc une fonction paire de la vitesse de la vibration v ; il dépend en outre des dimensions de l'ellipsoïde. Si l'on admet que les résultats du calcul sont encore applicables quand, passant à la limite, on suppose l'ellipsoïde infiniment

aplati et réduit à un disque infiniment mince de diamètre d, on obtient pour M l'expression :

$$M = \frac{1}{6} \rho d^3 v^2 \sin 2\theta,$$

ρ étant la masse spécifique du fluide.

En raison de la forme quadratique de cette formule, si v est une fonction sinusoïdale du temps, il y a subdivision du second terme en deux : le premier ne dépend pas du temps et correspond à un couple de torsion permanent ; le second, au contraire, contient un terme alternatif, dont l'effet est en général négligeable quand l'inertie du disque est suffisante pour que l'on se trouve assez loin de sa fréquence de résonance propre. Soit, en effet :

$$v = v_0 \sin \omega t.$$

On obtient successivement :

$$M = \frac{1}{6} \rho d^3 v_0^2 \sin 2\theta \sin^2 \omega t =$$

$$= \frac{1}{12} \rho d^3 v_0^2 \sin 2\theta - \frac{1}{12} \rho d^3 v_0^2 \cos 2 \omega t \sin 2\theta.$$

La déviation permanente, la seule utile dans cette méthode, est proportionnelle à :

$$\frac{1}{12} \rho d^3 v_0^2 \sin 2\theta.$$

Connaissant le couple de torsion, c'est-à-dire l'étalonnage du disque, et d'autre part l'angle du plan du disque avec la direction de l'onde incidente (que l'on détermine avec un petit miroir et un faisceau lumineux), on obtient donc directement v_0 en fonction de θ.

Variante utilisée par M. Sivian : Cette variante, au contraire de la précédente, repose sur le fonctionnement du disque en résonateur. L'onde acoustique à mesurer est modulée par une onde de même fréquence que la fréquence propre du disque. Dans ces conditions, on obtient une sensibilité accrue, comme le montre le calcul simple suivant. Soit :

$$v = u (1 + \sin \omega t) \sin nt$$

la forme de l'onde complexe agissant sur le disque. Le couple qui tend à la faire dévier est alors ;

$$\frac{1}{12}\rho d^3 u^2 (1 + \sin \omega t)^2 \sin^2 nt =$$

$$= \frac{1}{12}\rho d^3 u^2 \left(\frac{3}{2} + 2 \sin \omega t - \frac{1}{2} \cos 2\omega t\right) (1 - \cos 2nt) \sin 2\theta.$$

En désignant par S le coefficient d'élasticité, par I le moment d'inertie et par R la résistance mécanique du système, on peut déduire des équations précédentes que l'on peut accroître la sensibilité du disque dans le rapport

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{S}{R\omega}.$$

Le couple dû au mouvement de fréquence double, dont on voit l'apparition dans les équations précédentes, peut être rendu négligeable par un choix convenable des caractéristiques du disque.

De nombreuses critiques ont été adressées au calcul général de Kœnig, et en particulier aux approximations finales, puisqu'il semble, au moment du passage à la limite, que les hypothèses initiales sur lesquelles repose le calcul ne soient plus satisfaites. Kœnig, dans l'étude précitée, fait lui-même d'ailleurs toute réserve sur sa validité et exprime le désir que des vérifications physiques en soient faites. Dans le cas où le disque ne peut plus être considéré comme infiniment mince, mais où il est nécessaire de tenir compte de son épaisseur e, un terme correctif doit être introduit dans la formule précédente, qui s'écrit alors en première approximation :

$$M = \frac{1}{6}\rho d^3 v^2 \sin 2\theta \left(1 - 0{,}5954 \frac{e}{d}\right).$$

Il demeure d'ailleurs bien entendu que le diamètre d doit demeurer petit devant la longueur d'onde du son étudié pour que le disque n'introduise pas lui-même de perturbations importantes dans le champ acoustique.

« Enfin (ce sont les propres restrictions de Kœnig) la compressibilité et la viscosité du fluide sont supposées nulles, le disque étant, en somme, considéré comme placé dans un courant lent et continu de fluide ayant théoriquement les mêmes caractéristiques jusqu'à

l'infini. On peut admettre la validité de cette hypothèse pourvu que les vitesses de vibration ne soient pas trop élevées, et cependant on n'a aucune preuve *à priori* de ce fait », On voit avec quelle prudence s'exprimait Kœnig dans la théorie qu'il présentait.

De toute façon, d'ailleurs, la sensibilité du disque, qui varie avec le sinus de l'angle 2θ, est maximum quand $\theta = \pi/4$, c'est-à-dire quand le disque est incliné à 45° sur la direction de l'onde acoustique.

Il y a quelques années, deux ingénieurs de l'office britannique, MM. E.J. Barnes et W. West [1], ont effectué de nombreuses mesures en vue de vérifier l'équation de Kœnig. Bien que, pratiquement, on ne puisse satisfaire en toute rigueur aux conditions sur lesquelles repose l'établissement des formules, il a été reconnu que les résultats expérimentaux étaient en accord convenable avec la théorie, même restreinte à un cas idéal, et que la formule était applicable à la mesure de vitesses inférieures à $0^{cm},01$ par seconde. Des disques ayant un diamètre de $0^{cm},8$ et une épaisseur inférieure à $0^{cm},002$ et une masse voisine de $0^{g},003$ paraissent bien convenir à ce genre de mesure.

On doit noter toutefois que des erreurs atteignant 10 à 15 % peuvent être introduites par la résonance propre du disque. Ces erreurs, encore qu'elles paraissent importantes, sont toutefois peu supérieures aux erreurs maxima compatibles avec la précision utiles de mesures de sonorité et la sensibilité relative moyenne de l'oreille. Elles peuvent d'ailleurs être réduites par des corrections systématiques.

Pour l'essai des appareils téléphoniques, le disque de Rayleigh peut être placé au centre d'un tube fermé à l'une de ces extrémités par une source de son (par exemple, un récepteur téléphonique) et à l'autre extrémité par un microphone. Si la longueur du tube est approximativement égale à la demi-longueur d'onde de son excitateur, et si son diamètre est assez petit pour qu'on ait pratiquement affaire à des ondes planes, on sait que la relation entre la pression P

1. Barnes et West, *Calibration and performance of Rayleigh disc* (*Journal I E.E.*, sept. 1927, p. 871).

aux extrémités du tube contre le diaphragme du microphone et au voisinage du diaphragme du récepteur (exactement au nœud de vitesse et d'amplitude et ventre de pression) et la vitesse v au centre du tube (nœud de pression et ventre de vitesse et d'amplitude) est :

$$P = v \cdot \frac{1}{\rho c} ;$$

connaissant v par le disque, on obtient immédiatement la valeur de la pression P.

On peut encore, comme l'indique M. West, placer le disque et

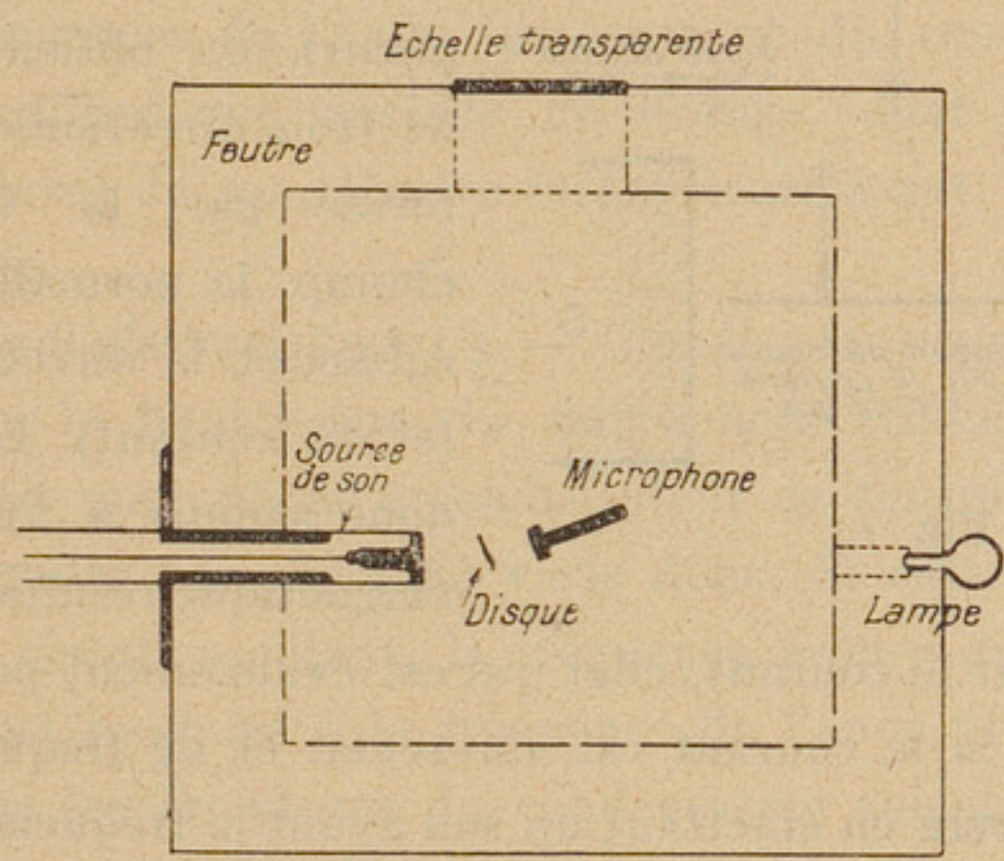


Fig. 3. — Dispositif pour les mesures d'efficacité absolue avec le disque de Rayleigh (ondes sphériques).

le microphone dans une caisse étanche au son et à parois non réfléchissantes (fig. 3). Si des ondes sont produites par un téléphone placé également dans la caisse à l'extrémité d'un tube de longueur convenable, on peut montrer qu'elles sont pratiquement sphériques, au moins pour des fréquences élevées. Ici encore, de la déviation du disque de Rayleigh et de la position respective des appareils de mesure, on peut déduire la valeur de l'efficacité absolue apparente du microphone, c'est-à-dire le rapport de la tension électrique entre ses bornes et de la pression de l'onde sphérique non troublée (avant insertion du microphone).

2° Mesure des pressions par les méthodes de compensation. — Ces mesures s'appliquent particulièrement bien à l'étude de l'effica-

cité des microphones à condensateur et des récepteurs. Deux formes leur ont été données : une forme électro-magnétique et une forme électrostatique.

a) *Méthode électromagnétique* (fig. 4). — La méthode électro-magnétique, qui a été décrite par Gerlach, consiste à utiliser un microphone à ruban tendu dans un plan parallèle à un champ magnétique, mais dont la dimension longitudinale est perpendiculaire à ce champ. Quand on fait parcourir le ruban par un courant (dans le sens de la longueur), on obtient un système de trois directions orthogonales formé par la direction du champ, la normale au plan du ruban et la direction du ruban (et du courant). Le ruban sera donc soumis à l'effort électro-magnétique résultant de l'action du champ sur le courant, effet qui est évidemment perpendiculaire à son plan. Si le courant est sinusoïdal et de fréquence audible, le ruban vibrera en émettant un son ayant la fréquence du courant excitateur.

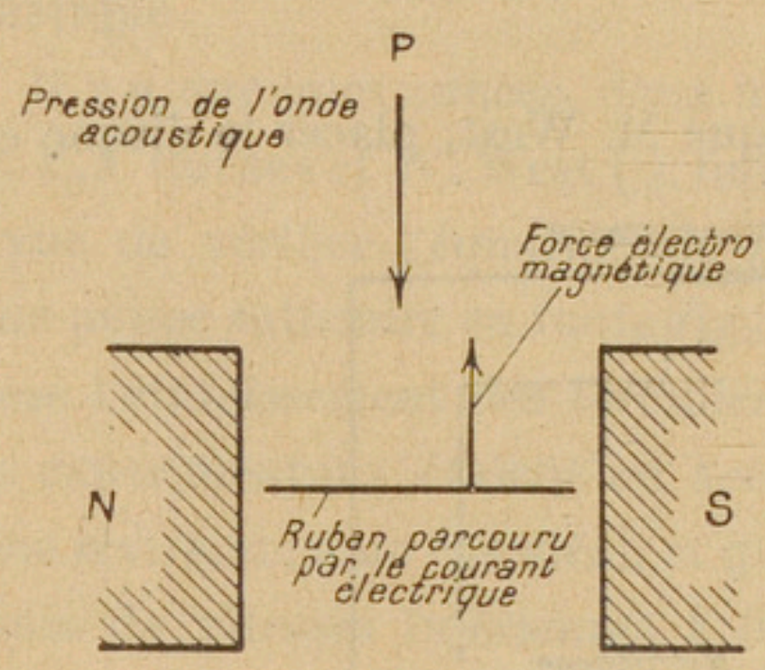


Fig. 4.

Inversement, si le ruban se trouve placé dans un champ acoustique sinusoïdal et subit de ce chef une pression P perpendiculaire à son plan, il tend à vibrer ; mais cette tendance peut être compensée par l'action électromagnétique précédente, pourvu qu'il y ait concordance de phase entre les deux efforts antagonistes et égalité entre les forces mécaniques correspondantes. Si l et s sont respectivement la longueur et la largeur du ruban, si B est l'intensité du champ magnétique directeur produit par l'aimant et si I est l'intensité du courant dans le ruban, l'équilibre précédent se traduira mathématiquement par l'égalité :

$$P.\, l.\, s. = B.\, s.\, I,$$

d'où l'on déduit :

$$P = \frac{B.\, I}{l}.$$

On constate pratiquement l'équilibre en plaçant le ruban entre les deux pôles d'un aimant et à l'une des extrémités d'un tube qu'il obture complètement. Le son étudié arrive sur la face libre du ruban. En plaçant l'oreille à l'autre extrémité du tube, on perçoit ainsi les sons résiduels paraissant provenir du ruban. Quand le ruban est immobile, c'est-à-dire quand l'équation précédente est vérifiée, aucun son n'est plus perçu. Le réglage se fait comme dans un pont à téléphone, en agissant sur l'intensité et sur la phase du courant compensateur circulant dans le ruban. Pour obtenir facilement un bon équilibre et être assuré de l'identité des fréquences de l'onde incidente et du courant I, il est pratique d'utiliser une machine de Franke, dont un induit alimente la source de son, l'autre induit fournissant le courant de compensation.

b) *Méthode électrostatique* [1]. — L'onde acoustique reçue simultanément sur le diaphragme du microphone étudié et sur le diaphragme d'un microphone à condensateur de contrôle tend à faire vibrer ce dernier ; sa capacité varie donc. Si cette capacité fait partie d'un circuit oscillant, la fréquence propre de ce circuit se modifie et est modulée à la fréquence de l'onde étudiée, pourvu toutefois que les armatures du condensateur soient polarisées par une tension continue de valeur très supérieure, afin que la relation de cause à effet ne soit pas quadratique, ce qui introduirait une fréquence double, mais pratiquement linéaire.

Il est alors possible de compenser sur le microphone de contrôle l'effet de la pression acoustique alternative en superposant à la tension de polarisation continue V une tension alternative $v \sin(\omega t - \varphi)$, de phase et d'amplitude réglable, de manière à obtenir l'équilibre du diaphragme. L'action de ces deux tensions se manifeste évidemment par l'effort mécanique :

$$k\,[V + v \sin(\omega t - \varphi)]^2 = kV^2 + kv^2 \sin^2(\omega t - \varphi) + 2\,kVv \sin(\omega t - \varphi).$$

Le coefficient k, que l'on suppose constant pour les petites variations de capacités considérées, se détermine par une méthode directe de

1. Hartmann, *Schalldruckmessungen an Microphonen, Telephonen und im Schallfeld* (*E.N.T.*, mars 1930).

compensation entre l'effet d'un accroissement de pression continue et la variation correspondante de la tension continue de polarisation, ce qui est légitime, puisque, dans la mesure avec onde et tension alternatives, le diaphragme du microphone de contrôle est ramené au repos et possède alors les mêmes propriétés que pour des modifications permanentes. Il suffit de mesurer simultanément la différence de potentiel entre les bornes du microphone en essai pour obtenir, en volts par barye, l'efficacité absolue de ce dernier.

Les deux méthodes a) et b) qui viennent d'être décrites ont été tout particulièrement étudiées en Allemagne ; la dernière est normalement en service dans le système téléphonométrique, étalon primaire du Reichspost-Zentralamt.

3° Production d'une onde acoustique de pression connue par une source de sons calculables a priori. — Si l'on connaît exactement les propriétés physiques d'une source de son, on peut évidemment en conclure l'action qu'elle exerce sur l'atmosphère ambiante et calculer son champ acoustique dans des conditions déterminées et rendues aussi simples que possible. Deux méthodes utilisant ce principe, mais d'importances diverses, ont été mises en œuvre ; la méthode du pistonphone et celle du thermophone.

a) *Méthode du pistonphone.* — Cette méthode consiste à produire une onde acoustique définie au moyen d'un piston dont le déplacement est exactement connu et réglé par un dispositif d'accouplement mécanique. Elle est relativement peu utilisée à l'heure actuelle mais a néanmoins permis d'exécuter avec précision certains étalonnages absolus.

b) *Méthode du thermophone* [1]. — On sait que le thermophone est essentiellement une feuille d'or extrêmement mince qui est parcourue par un courant continu d'intensité I (en général voisine de $0^A,5$) auquel on superpose le courant alternatif de fréquence désirée et d'intensité i sensiblement plus petite. En raison de sa faible

1. Wente, *The thermophone* (*Phys. Rev.* 1922, vol. 19, p. 333) ; Arnold et Crandall, *The thermophone as a precision of sound* (*Phys. Review* 1917, vol. 10, p. 22).

masse calorifique, la feuille d'or peut suivre les variations alternatives de température dues aux variations périodiques de l'effet Joule produit par le courant complexe utilisé. Cette variation est, en effet, de la forme :

$$k\,(I + i)^2 = k\,(I^2 + i^2 + 2\,I\,i).$$

Le terme I^2 étant constant et le terme en i^2 étant négligeable devant le terme $2Ii$, ce dernier est seul à considérer et donne une variation de température instantanée directement proportionnelle à la valeur instantanée de i, donc de même fréquence que ce courant. L'effet global est d'ailleurs majoré du fait de l'importance de l'intensité I, qui, outre qu'elle rend le fonctionnement du système pratiquement linéaire, accroît encore sa sensibilité.

L'étude complète du phénomène (au moins lorsqu'il est combiné avec l'usage de la chambre d'étalonnage du microphone à condensateur, chambre qui est remplie d'hydrogène pour augmenter sa fréquence propre de résonance et aussi en raison des propriétés physiques de ce gaz) conduit à la formule suivante, qui donne directement, en fonction de i, les variations de pression du gaz environnant les feuilles d'or et qui est échauffé ou refroidi, par rapport à sa température moyenne, suivant l'alternance du courant :

$$p = \frac{0{,}478\,M\,.\,R\,.\,I\,.\,i\cos(\omega t - \varphi)}{\left\{\left(GQ - R_1 F - \frac{Aa}{\alpha}\,\omega\right)^2 + \left(FQ + R_1 G - \frac{A}{\alpha}\,a\omega\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}},$$

avec $F = \dfrac{V_0 \alpha\, T_a}{2a\,P_0}\left(1 - \dfrac{k-1}{k}\cdot\dfrac{\theta_0}{T_a}\right)$,

$$M = \left(1 - \frac{S}{V_0\,\alpha} + \frac{S^2}{V_0^2\,\alpha^2}\right)^{\frac{1}{2}}\left(1 - \frac{2}{\alpha' l} + \frac{2}{(\alpha' l)^2}\right)^{\frac{1}{2}},$$

$$G = \frac{V_0 \alpha\; T_a}{2a\,P_0}\left[1 - \frac{k-1}{k}\,\frac{\theta_0}{Ta}\,(1 - \frac{2a)}{\alpha V_0}\right],$$

$$Q = 2a\alpha K + 8aC\theta_0^3,$$

$$R_1 = a\gamma\omega + 2a\alpha K,$$

$$\varphi = \text{arc}\,tg\,\frac{FQ + GR_1 - \dfrac{Aa\omega}{\alpha}}{GQ - R_1 F - \dfrac{Aa\omega}{\alpha}},$$

$$\alpha = \left(\frac{273}{\theta_0}\right)^{\frac{3}{4}} \alpha_0,$$

$$\alpha_l = \left(\frac{\rho_0\, \omega\, C_0}{2\, K_0}\right)^{\frac{1}{2}},$$

$$K = K_0 \left(\frac{\theta_0}{273}\right)^{\frac{1}{2}},$$

Dans ces expressions, la signification des symboles est la suivante :

l = longueur de l'élément chauffant (thermophone),
a = moitié de la surface du thermophone,
S = surface des parois de la chambre thermophonique,
V_0 = volume de la chambre thermophonique,
θ_0 = température moyenne du thermophone,
γ = capacité calorifique par unité de surface de la feuille d'or,
C = constante de radiation de la feuille d'or,
k = rapport des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant,
A = inverse de la constante R de l'équation générale des gaz : $pv = RT$ et de l'équivalent mécanique de la calorie,
C_t = chaleur spécifique de l'hydrogène à pression constante,
ρ_0 = densité de l'hydrogène,
K_0 = conductibilité calorifique de l'hydrogène à 0°,
R = résistance électrique du thermophone,
$T_a = \frac{2a}{S} \quad (\Delta T + T_r)$,
ΔT = accroissement de température des feuilles d'or qaund il y passe un courant continu normal de $0^A,5$,
T_r = température des parois de la chambre.
P_0 = pression de l'hydrogène dans la chambre (pratiquement, pression atmosphérique),

Remarque sur l'uniformité des résultats obtenus par ces diverses méthodes. — Il est utile de donner ici une brève indication sur les résultats comparatifs pratiques de méthodes comportant des modes d'exécution aussi divers que celles qui viennent d'être décrites, et de noter que des divergences se produisent par-

fois, divergences qui s'expliquent d'ailleurs par des raisons physiques nettes.

Des mesures faites sur un microphone en chambre close dans un espace et dans des conditions artificiellement définies, on ne peut, en effet, remonter sans précautions spéciales aux conditions de fonctionnement en espace libre [1]. Autrement dit, un microphone, caractérisé par une courbe $\left(\frac{\text{volt}}{\text{barye}}, \text{fréquence}\right)$ tracée dans la cavité thermophonique, ne permet pas de calculer la pression existant réellement sur le diaphragme par la simple mesure de la tension entre ses bornes, quand le microphone est placé dans un champ acoustique ouvert. Dans la chambre thermophonique, le mouvement du diaphragme subit un amortissement qui n'existe plus à l'air libre ; d'un autre côté, la forme extérieure du microphone et l'existence de la cavité cylindrique au fond de laquelle est tendu le diaphragme introduit une résonance, une déformation dont il faut tenir compte dans des mesures précises. Enfin le fait de placer le microphone lui-même dans un champ acoustique trouble la répartition de ce dernier et en modifie au moins localement la forme. Ces divers points ont été mis en évidence par plusieurs expérimentateurs et tout spécialement par M. West au cours de comparaisons exécutées à la Research section de l'office britannique entre la méthode du disque de Rayleigh, qui suppose évidemment un libre mouvement du diaphragme, et celle du thermophone.

L'application de l'une ou de l'autre des méthodes indiquées dépend donc du but poursuivi et de la nature des expériences et mesures que l'on désire exécuter.

Etude de l'intensité et de l'effet physiologique d'un bruit.

Comme cela a été précédemment rappelé, la sensibilité de l'oreille varie beaucoup en fonction de la fréquence. C'est un fait

---

1. W. West, *A measurement of the sound pressures on an obstacle* (*Journal of I.E.E.*, septembre 1929) ; W. West, *The pressures on the diaphragm of a condenser transmitter in a simple sound field* (*Journal of I.E.E.*, avril 1930).

d'ailleurs bien connu, qu'il nous est impossible de percevoir les vibrations dont la fréquence est trop basse ou trop élevée. Pratiquement, le champ des sons audibles est compris entre 16 et 16000 périodes par seconde, avec une zone de sensibilité maximum de 500 à 6000 périodes et un maximum absolu voisin de 2000 périodes.

Quel peut être, dans ces conditions, l'effet sur l'oreille d'un son complexe et comment pourra-t-on en faire une mesure objective et quantitative ? Cette question est très importante pour

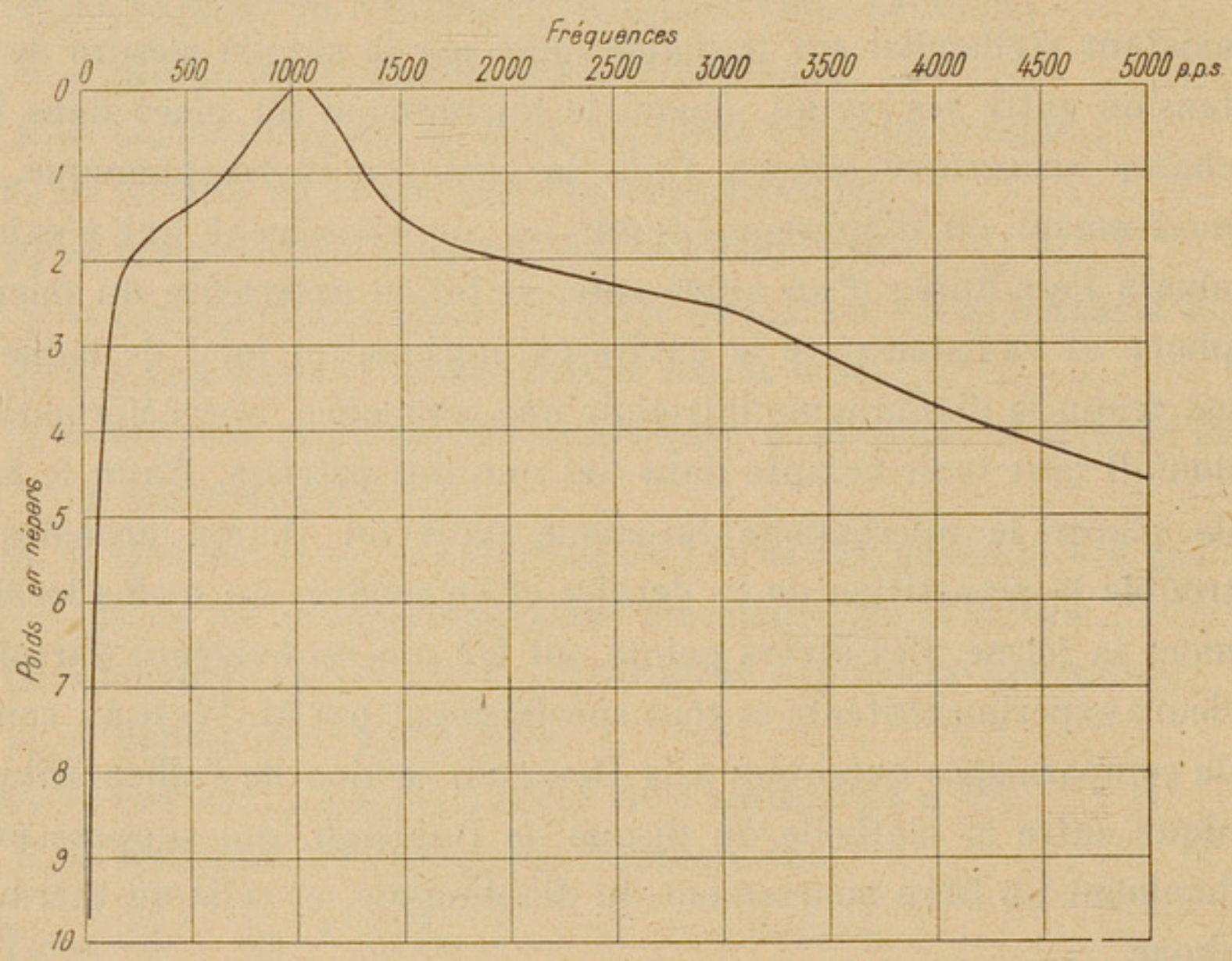


Fig. 5. — Courbe du réseau filtrant de l'appareil de mesure de la tension de bruit sur un circuit téléphonique commercial.

tout ce qui concerne l'étude du bruit, soit dans un champ acoustique, soit dans un circuit téléphonique. Tout bruit se traduit, en effet, par une gêne physiologique, une réduction de l'intelligibilité et, en définitive, une difficulté d'exploitation. Non seulement les sons téléphoniques sont déformés par les composantes qui peuvent leur être ajoutées, mais ils peuvent également être « masqués » par suite de l'effet d'écran qu'exerce un son intense sur un son d'intensité plus faible et que nous avons rappelé précédemment.

Divers dispositifs ont été étudiés pour satisfaire à ces exigences.

Ils sont tous caractérisés par un réseau de distorsion convenable qui tient compte de la sensibilité de l'oreille et éventuellement des appareils téléphoniques et qui, traduisant matériellement l'impression physiologique globale, permet de classer les intensités

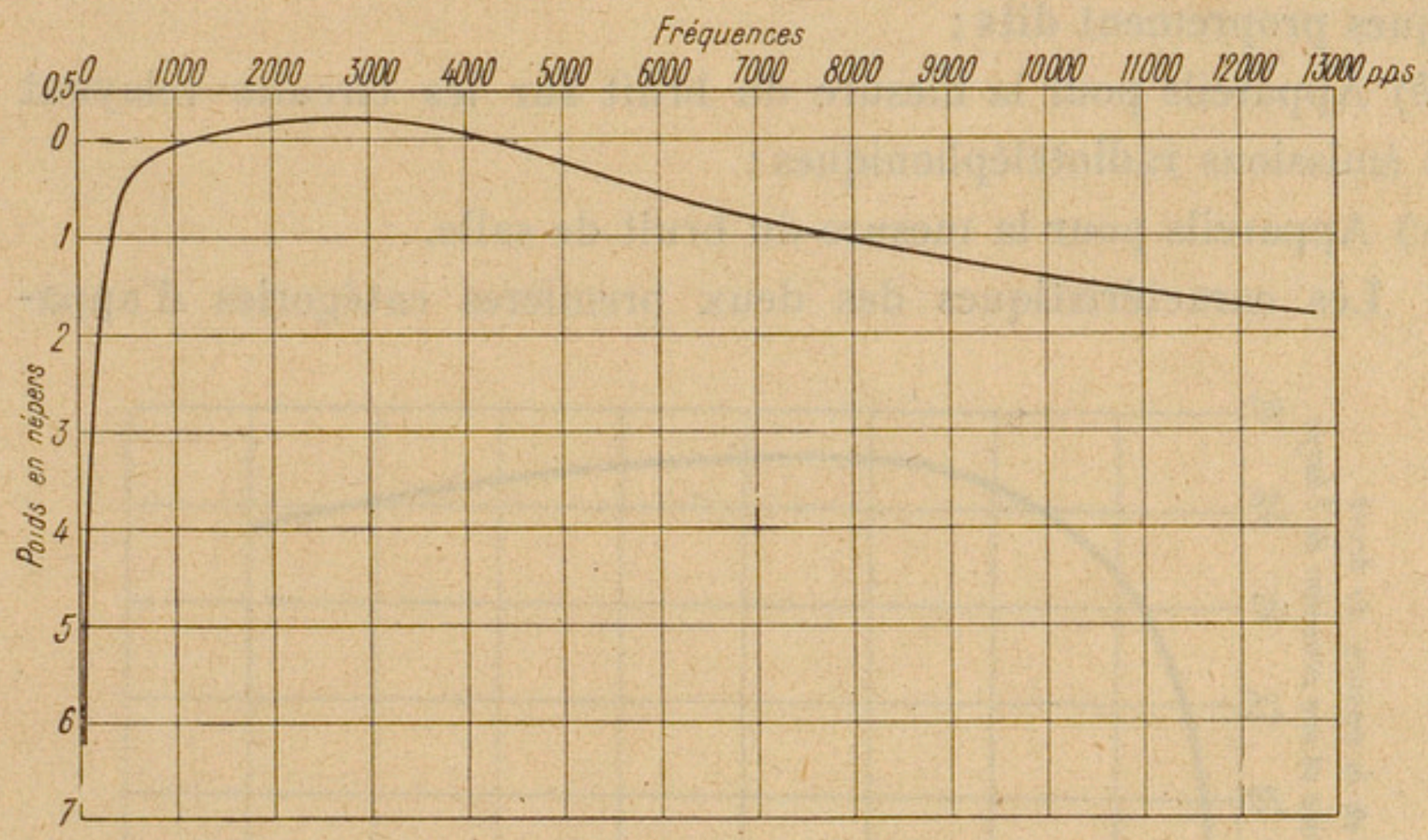


Fig. 6. — Courbe du réseau filtrant de l'appareil de mesure de la tension de bruit sur un circuit téléphonique servant au relais des émissions radiophoniques.

des bruits divers comme pourrait le faire une oreille moyenne par écoute comparative. Ces dispositifs doivent donc dépendre des conditions d'écoute, et se modifient suivant que l'on veut mesurer un bruit de salle, un son d'origine purement acoustique

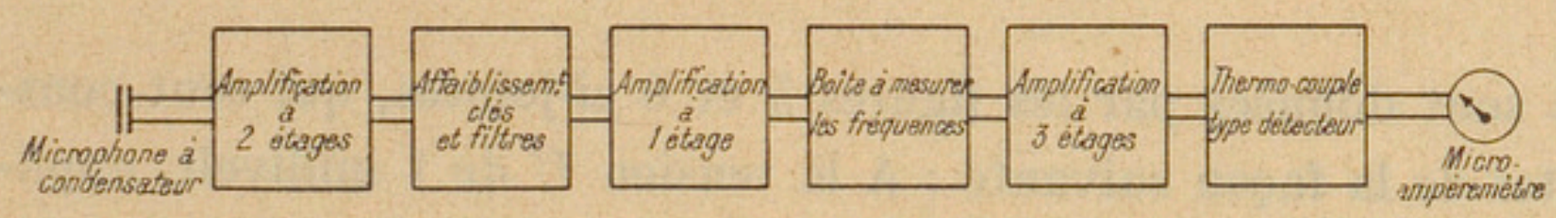


Fig. 7. — Schéma de l'appareil à mesurer le bruit d'une salle.

où n'intervient que la sensibilité de l'oreille, ou, au contraire, estimer le bruit perturbateur sur un circuit téléphonique terminé par un appareil à résonance aiguë, ou enfin étudier les circuits destinés au relais des émissions radiophoniques, qui ont par eux-mêmes très peu de distorsion et qui aboutissent, à chaque extrémité, à des systèmes peu déformants (microphones à condensa-

teur et haut-parleurs de bonne qualité). Il est donc actuellement possible de classer en trois catégories les appareils destinés aux mesures de bruit :

a) Appareils pour la mesure du bruit dans les circuits téléphoniques proprement dits ;

b) Appareils pour la mesure du bruit sur les circuits relayant les émissions radiotéléphoniques ;

c) Appareils pour la mesure du bruit de salle.

Les caractéristiques des deux premières catégories d'appa-

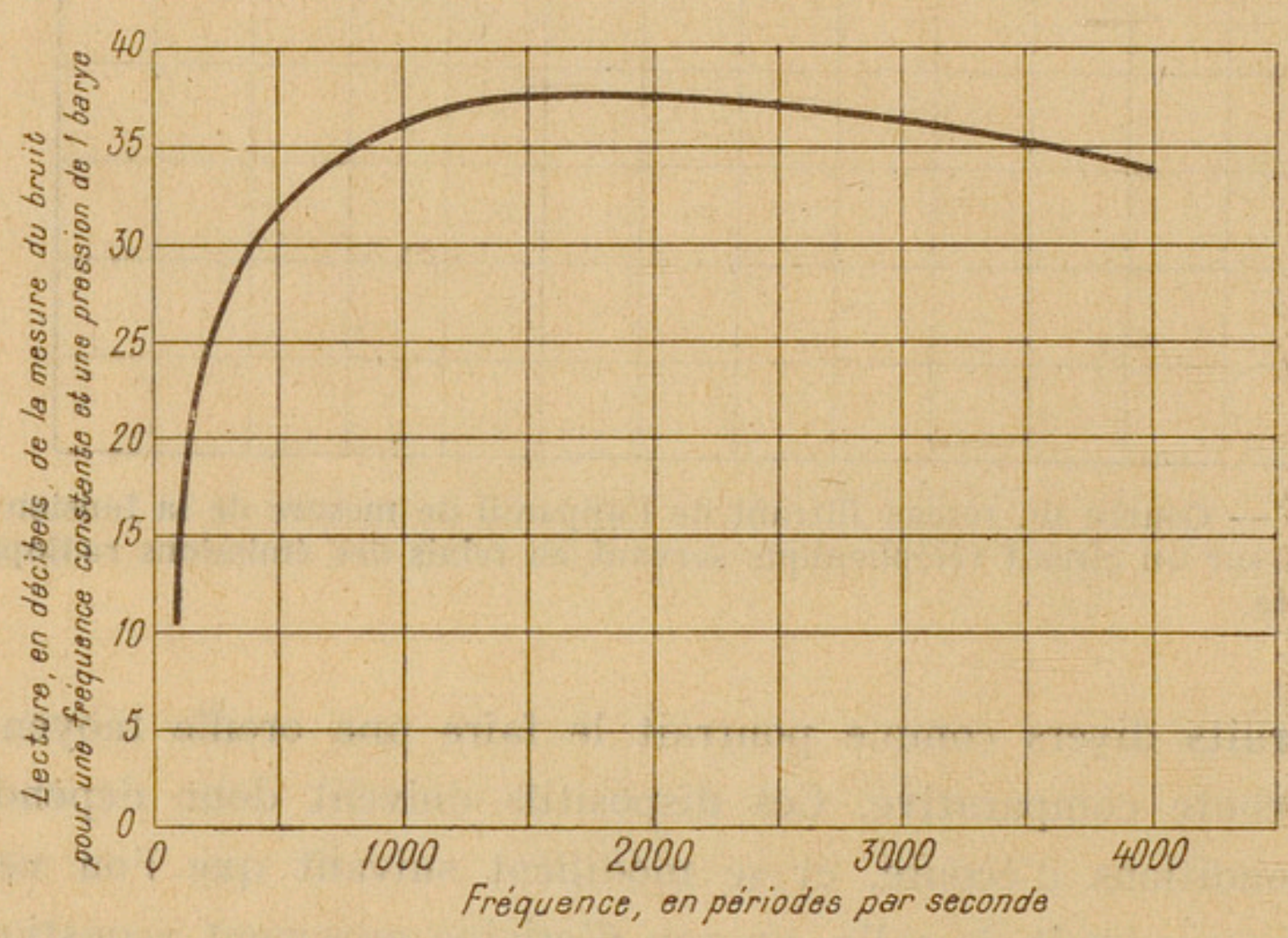


Fig. 8. — Caractéristique de l'appareil à mesurer le bruit d'une salle.

reils sont données par les figures 5 et 6 ci-jointes, qui sont construites de la façon suivante : A la tension U de 1 millivolt, appliquée, à la fréquence de 1050 p : s, à l'entrée du système, correspond par convention le point O. Le nombre de népers figurant en ordonnées et caractérisant la sensibilité relative (ou le poids) pour une fréquence quelconque f est le logarithme N de la tension (exprimée en millivolts) qu'il faut appliquer à l'entrée de l'appareil pour obtenir à cette fréquence la même déviation de référence que pour la tension de 1 millivolt à la fréquence de 1050 p : s. En abcisses, sont portées les fréquences.

La courbe correspondant au troisième appareil, qui comprend

un microphone à condensateur, un amplificateur avec réseau filtrant et un couple détecteur (fig. 7), est donnée par la figure 8, et se présente en gros comme la caractéristique d'un filtre passe-haut à fréquence de coupure voisine de 500 périodes, mais d'ailleurs très peu marquée. Cette courbe, empruntée à une récente étude de W.S. Williams et Ralph G. Mc Curdy [1] sur la mesure des bruits de salle, a ses ordonnées proportionnelles au logarithme décimal du rapport de la pression correspondant à chaque fréquence f à la pression de 1 barye. On aura donc :

$$20 \log. \frac{P_f}{1 \text{ barye}} = N_f \text{ décibels.}$$

Application a l'étude des sonneries.

On peut se demander dans quelle mesure il est possible d'appliquer ces données à la mesure de la sonorité, et plus particulièrement à l'étude de certaines sources de son, telles que les sonneries d'appel. La suite de la présente note décrit précisément le dispositif mis en œuvre au Service d'études des Postes et Télégraphes pour comparer les qualités acoustiques des sonneries.

Etant donné la complexité du problème de la sonorité, divers systèmes furent expérimentés pour obtenir des indications sur l'efficacité des sonneries présentées et sur leurs qualités relatives. On utilisa, en fait, des comparaisons mécaniques objectives et des comparaisons physiologiques subjectives.

Comparaisons mécaniques. — Les sonneries étaient placées en face et à courte distance d'un haut-parleur de très bonne qualité jouant le rôle de microphone à grande surface et associé à un amplificateur sans déformation muni successivement de divers réseaux filtrants et d'une ligne d'affaiblissement d'impédance 600 ohms et terminée par un voltmètre redresseur à oxyde de cuivre de très grande sensibilité (fig. 9), Une valeur déterminée B de la

1. W. S. Williams et Ralph G. Mc Curdy, *A survey of room noise in telephone locations* (*Bell System technical Journal*, octobre 1930).

ligne d'affaiblissement, et une déviation D de l'appareil indicateur étaient repérées, d'une manière d'ailleurs arbitraire, et servaient de faux zéro. En toute circonstance et pour chaque sonnerie, on ramenait la déviation de l'aiguille à la division D. La quantité b dont il fallait modifier la ligne B servait de mesure à l'efficacité relative de l'appareil examiné : b était évidemment d'autant plus grand que la sonnerie en essai était plus efficace. Des écarts de plusieurs décinépers, dépassant parfois un néper, purent être ainsi constatés entre des appareils différents. Le schéma général de l'installation est donné par la figure 9.

Quelques remarques sont à faire sur le réseau filtrant qui servait à donner aux diverses fréquences « le poids » voulu. Ce réseau fut successivement constitué par des filtres passe-haut et par des filtres passe-bas ayant comme fréquence de coupure 400, 800, 1200 et 1500 périodes par seconde. Dans l'ensemble, les résultats sont assez concordants, ainsi que l'indique le tableau I ci-joint ;

TABLEAU I.

Effet relatif (en népers) de l'introduction des filtres dans le dispositif de mesure de la sonorité de quelques sonneries.

	Sonnerie 1.	Sonnerie 2.	Sonnerie 3.
Filtre passe-haut 1500.....	0,05	— 0,05	— 0,8
— 800.....	0,8	+ 0,65	+ 0,7
— 400.....	1,0	+ 1,7	+ 0,9
Sans filtre.....	1,3	+ 2,15	+ 1,4
Filtre passe-bas 1500.....	1,0	+ 1,85	+ 1,2
— 800.....	0,50	+ 1,55	+ 0,9
— 600.....	— 0,2	0	0

toutefois, pour certaines sonneries dont les timbres donnaient des sons particulièrement aigus (fondamental supérieur à 1500 périodes), une supériorité s'est manifestée pour les filtres à fréquence de coupure élevée et notamment pour le filtre passe-haut 1500, bien que, pour les autres sonneries de fréquence en apparence plus grave, ce soient le plus souvent les composantes complexes d'ordre supérieur qui jouent le rôle le plus important dans l'audition.

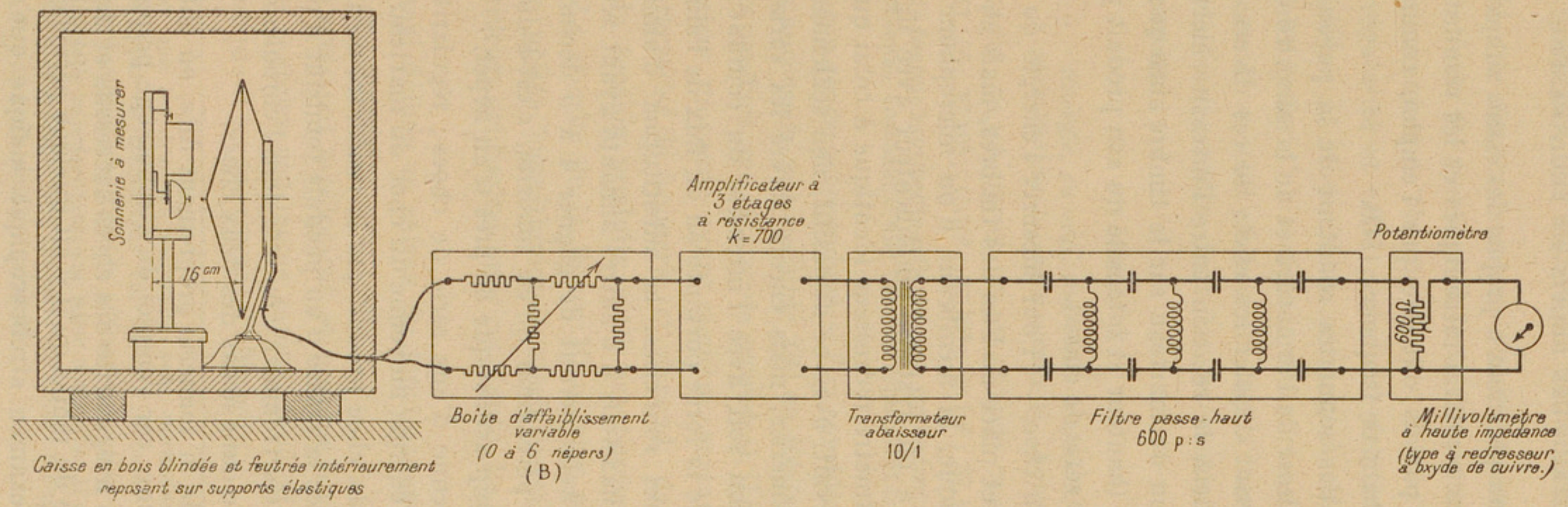


Fig. 9. — Système pour la mesure des intensités sonores.

Comme on le verra plus loin à propos des essais subjectifs, la concordance entre les résultats mécaniques et les résultats des essais subjectifs a été parfois obtenue par l'emploi, comme « poids », d'un filtre passe-haut de fréquence 1500.

La sonorité des sonneries résultant de la puissance de l'aimant, de la souplesse de l'armature et de la sonorité des timbres, il a paru intéressant d'isoler les effets de ces divers éléments et d'étudier séparément la relation entre l'intensité électrique et la force de percussion du marteau sur le timbre ainsi que la sonorité propre du timbre (hauteur et intensité du son produit par un choc donné ou par une série de chocs).

a) *Energie du choc.* — Pour mesurer l'énergie du choc, on a substitué en lieu et place de l'un des timbres, mais en conservant un réglage identique, la membrane d'un microphone électromagnétique associé à un système amplificateur avec lignes d'affaiblissement et voltmètre redresseur identique à celui qui est décrit ci-dessus. On pouvait, avec ce dispositif, non seulement comparer entre elles les sonneries, mais encore suivre les variations de la force de percussion soit avec l'intensité du courant excitateur, soit en fonction de la force portante ou du flux de l'aimant.

Pour certaines sonneries, la substitution d'aimants ayant un flux de 1900 maxwells à d'autres aimants ayant seulement un flux de 700 maxwells permit de gagner 4 à 5 décinépers, aussi bien en force de percussion qu'en sonorité, c'est-à-dire accroître l'intensité du champ acoustique de près d'un néper.

Energie moyenne d'une série de chocs ; régularité de fonctionnement. — L'énergie moyenne du choc du marteau a été comparée à l'énergie du choc produit par la rencontre du timbre électromagnétique avec la masse d'un pendule tombant d'une hauteur telle, que la force électromotrice induite dans l'enroulement magnétique soit la même dans le cas des deux chocs.

Dans le cas de la sonnerie proprement dite, on obtenait ainsi une valeur moyenne, car l'emploi du stroboscope permet de constater une certaine irrégularité des chocs successifs et des rebondissements. Il semble du moins qu'il y ait quelque périodicité dans ce phénomène, et l'examen stroboscopique indique que, pour cer-

taines sonneries, le marteau semble s'attarder tantôt sur un timbre, tantôt sur un autre (le marteau et le timbre venant plusieurs fois en contacts au moment de chaque choc).

Cette irrégularité et cette périodicité relative sont d'ailleurs mises en évidence au moyen d'un montage à relais retardés permettant d'isoler l'effet d'un seul choc du marteau.

Le tableau II ci-joint donne en ergs l'énergie de quelques chocs individuels successifs dont les fluctuations sont plus ou moins périodiques.

TABLEAU II.

Energie, en ergs, des chocs successifs produits par le marteau sur le timbre.

Sonnerie A' : 71.10^3 ; $71,10^3$; 85.10^3 ; 77.10^3 ; 70.10^3 ; 70.10^3 ; 85.10^3 ; 70.10^3.
Sonnerie B' : 43.10^3 ; 37.10^3 ; 43.10^3 ; 37.10^3 ; 40.10^3 ; 37.10^3 ;

N. B. — Cette énergie représente celle du choc équivalent produit par un pendule de masse donnée, tombant d'une hauteur réglable et connue.

D'une façon générale cependant, si l'on considère un grand nombre de chocs successifs, par exemple 300 ou 400 (soit le nombre de coups frappés pendant une dizaine de secondes), il est possible d'obtenir une valeur moyenne ayant quelque constance. Cette valeur moyenne caractérise la sonnerie et dépend, dans une certaine mesure, de la tension produite entre ses bornes par le courant d'appel [1]. La courbe de la figure 10 montre précisément cette variation en unités logarithmiques (décinépers), par rapport à une base d'ailleurs arbitraire, mais constante. La courbe comporte trois parties :

l'origine, mal définie en raison du fonctionnement irrégulier et incertain de la sonnerie ;

une partie croissant rapidement et presque linéaire ;

une partie à croissance moins rapide, tendant à devenir horizontale et indiquant un maximum d'efficacité.

---

1. A noter que les diverses sonneries sont normalement essayées avec des courants d'appel de fréquences 16, 30, 50 périodes par seconde fournis par des sources donnant une tension efficace d'environ 80 volts à l'entrée d'une ligne artificielle représentant une ligne d'abonné. Il est d'ailleurs normal de substituer, dans ce schéma, à la sonnerie sur essai un ensemble de deux sonneries montées soit en série soit en parallèle.

Cette constatation est d'ailleurs tout à fait en accord avec les observations purement auditives et relatives au fonctionnement de la sonnerie normalement montée.

b) *Sonorité des timbres.* — La sonorité des timbres peut être

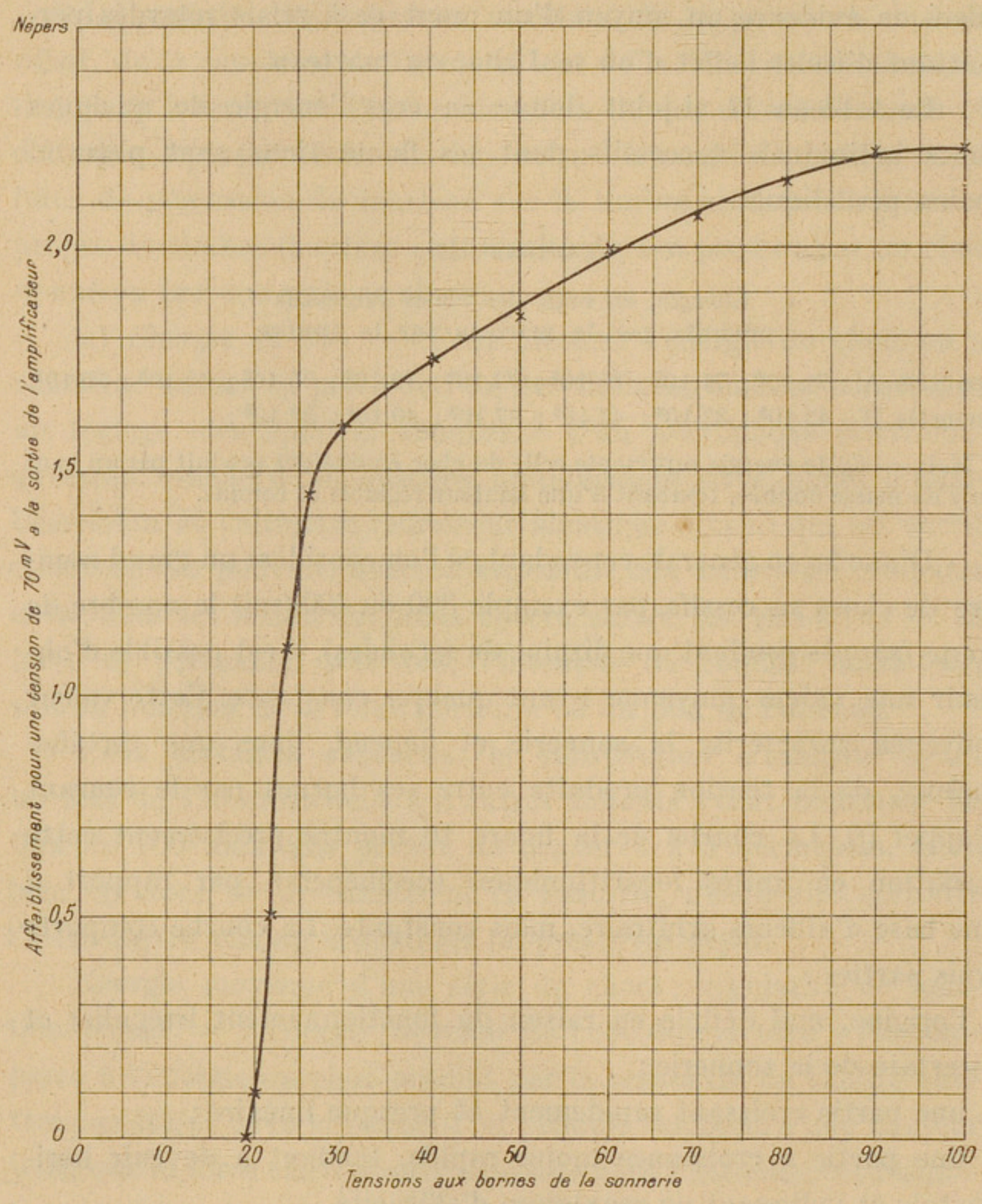


Fig. 10. — Variation de l'efficacité d'une sonnerie en fonction de la tension du courant d'alimentation (fréquence : 50 p : s.).

évaluée en donnant aux timbres un choc d'intensité donnée : par exemple, en laissant tomber sur eux, d'une hauteur donnée, la masse d'un pendule, et en mesurant comme précédemment l'in-

tensité *b*, mais en y ajoutant, comme autres éléments également utiles à noter, la hauteur du son et la durée de résonance.

Il est nécessaire toutefois de ne pas oublier que l'impression

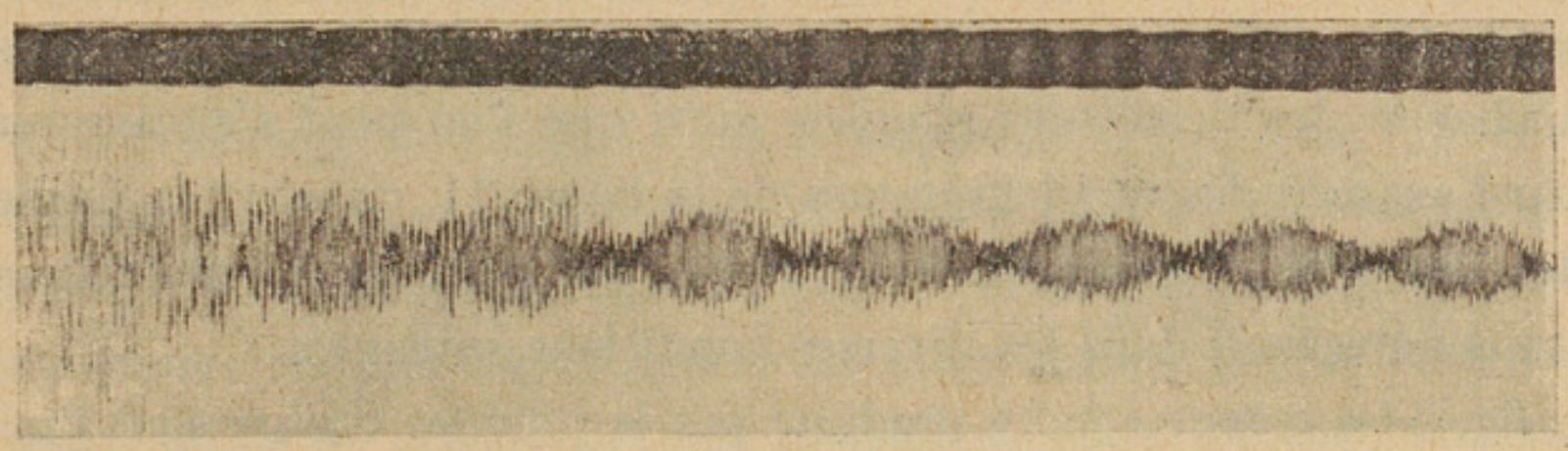


Fig. 11-a. — Forme des ondes produites par le timbre aigu de la sonnerie M sous l'action d'un seul choc : au début, à gauche, régime transitoire ; puis, régime de vibrations lentement amorties (fréquence : 1700 p : s environ). En haut, courant à 1000 p : s.

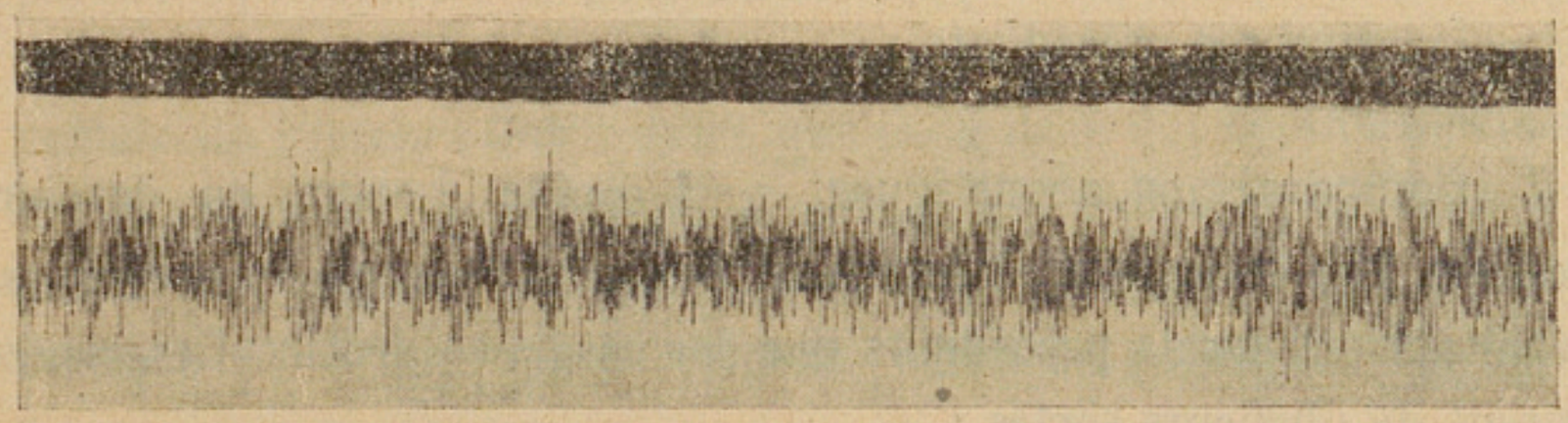


Fig. 11-b. — Forme des ondes produites par le timbre grave de la sonnerie M sous l'action d'un seul choc : au début, à gauche, régime transitoire ; puis, régime de vibrations lentement amorties (fréquence : 1200 p : s environ). En haut, courant à 1000 p : s.

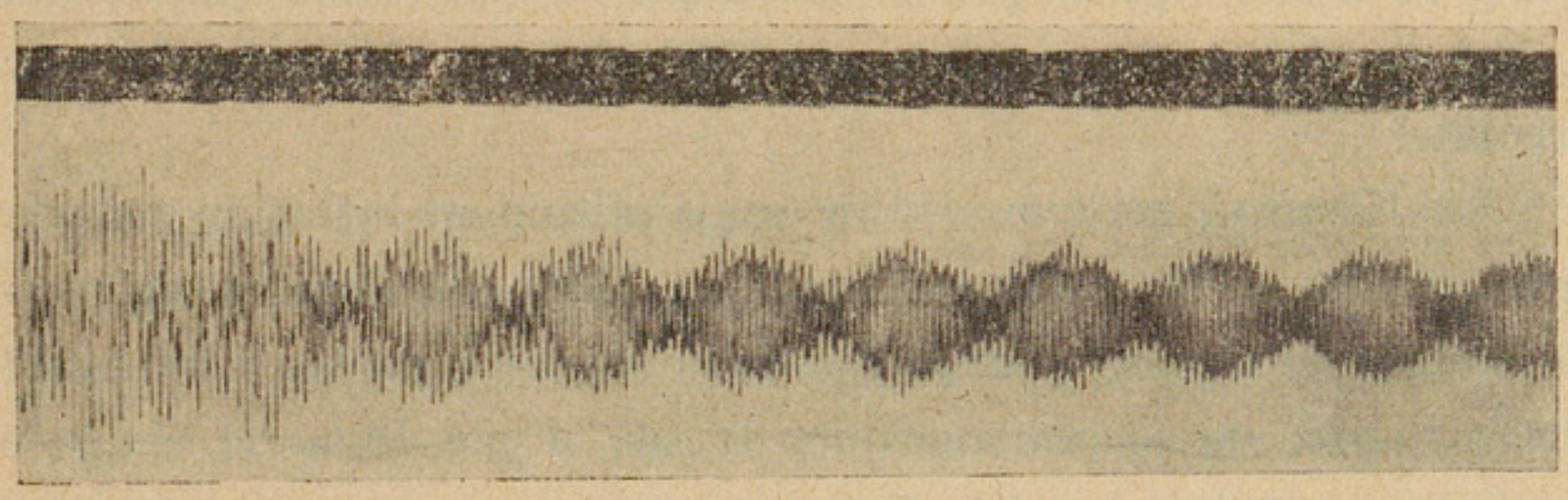


Fig. 11-c. — Forme des ondes produites par l'ensemble des deux timbres de la sonnerie M fonctionnant sous l'action d'un courant d'appel à 20 p : s. En haut, courant à 1000 p : s.

sonore produite par un choc isolé sur un seul timbre est très différente de celle qui est due aux chocs répétés sur les deux timbres.

Le mode de vibration de ceux-ci est alors fortement altéré : leur fonctionnement n'est plus complètement libre. Enfin les ondes provenant des deux timbres mis simultanément en action se composent en une onde complexe, dont l'aspect acoustique et l'action subjective diffèrent notablement de l'aspect et de l'action relatifs à chacun des deux sons simples, ainsi que l'on peut s'en assurer par l'examen des oscillogrammes de la figure 11, donnant la forme des courants électriques à la sortie du système sonométrique (sans détection) dans les diverses conditions suivantes :

fig. 11-a : onde sonore produite par le premier timbre sous l'influence d'un seul choc ;

fig. 11-b : onde sonore produite par le deuxième timbre sous l'influence d'un seul choc ;

fig. 11-c : onde sonore produite par la sonnerie munie des deux timbres précédents.

Comparaisons acoustiques. — L'oreille devant, en dernier ressort, être le juge final intéressé, il y avait lieu de contrôler les résultats des essais précédents par des essais subjectifs. Ces essais furent de plusieurs sortes :

a) *Essais comparatifs avec un son complexe, réglable et modulé à la fréquence du courant d'appel.* — Cet essai était exécuté comme un essai téléphonométrique. Il fut trouvé convenable de constituer le son complexe par un mélange de trois sons composants ayant des fréquences voisines de 1000-1500 et 2000 périodes par seconde.

b) *Essais de masque.* — Ces essais utilisaient l'effet de masque que produit un son intense sur un son faible. En l'espèce, on pouvait masquer en local, par le son de la sonnerie, un son d'intensité décroissante, ou encore masquer le son d'une sonnerie éloignée par un son produit à petite distance.

c) *Essais d'éloignement.* — Une sonnerie étant placée dans un endroit fixe, on peut, en s'éloignant et en interposant des cloisons successives avec ouvertures réglables (des portes, par exemple), affaiblir progressivement l'audition et atteindre ainsi un moment où le son de la sonnerie disparaît complètement : l'affaiblissement

acoustique des parois et espaces interposés entre la source de son et l'opérateur peut servir de mesure de l'intensité sonore utile.

Quand on exécute une telle mesure, on constate un phénomène très remarquable, qui est la suppression progressive des sons graves et la persistance lointaine des sons aigus. Ce résultat peut se constater aisément en passant dans le voisinage d'une usine ou sous-station électrique. Alors que les bruits sourds ou simplement graves des machines dépassent peu l'enceinte de la chambre des machines, les sons aigus paraissent aller beaucoup plus loin, soit parce qu'ils se propagent plus facilement dans certains cas, soit parce que l'oreille les perçoit mieux. Ceci est en accord avec l'effet de sélection très net exercé, dans le cas des sonneries, par le filtre passe-haut de fréquence 1500, qui découpe, en somme, en deux parties équivalentes la gamme des fréquences audibles. (On peut rappeler ici que, dans un autre ordre d'idée, les expériences de netteté de Fletcher ont montré que la netteté des communications demeure approximativement la même, que l'on supprime les fréquences inférieures ou supérieures à 1500 périodes, la fréquence de 1550 p : s approximativement jouant là, encore, le rôle d'une fréquence moyenne.)

Pour la transmission des bruits par le sol, il en va tout autrement, et chacun sait que les sons graves sont beaucoup mieux transmis que les sons aigus. C'est ainsi que, d'un appartement à un autre, on perçoit nettement par les murs les vibrations graves des sonneries trembleuses.

Essais de vie. — L'étude théorique d'un appareil destiné à fonctionner très fréquemment, sans possibilité de réglage constant, comporte naturellement, comme dans le cas des appareils téléphoniques d'abonné, des *essais de vie*, dans lesquels on s'efforce de faire effectuer à la sonnerie pendant un temps très court l'équivalent d'un travail qui sera, en réalité, réparti sur une période de plusieurs années. Il est, à cet effet, commode de les alimenter pendant une cinquantaine d'heures consécutives par le courant provenant d'une machine d'appel en service (donnant, par exemple, du courant toutes les 3 secondes pendant une période de 3 secondes).

Un tel essai fait ressortir très facilement les points faibles (usure des pivots, perte d'élasticité de certains ressorts de rappel qui donnent de la souplesse à l'armature, augmentant ainsi la sonorité de l'ensemble). Les pertes d'efficacité résultantes apparaîtront très nettement, soit à l'écoute directe, soit avec l'appareil de mesure objective. Elles atteignent facilement 4 à 5 décinépers et parfois même 1 néper.

De tels essais de vie sont d'ailleurs utilement complétés par des essais de vieillissement artificiel des aimants, ce qui permet d'observer ainsi la viabilité des deux sortes de qualités essentielles d'une bonne sonnerie : a) qualités de résistance et de robustesse mécanique ; b) qualité de stabilité magnétique.

Conclusions.

De l'exposé précédent, forcément limité et très incomplet, eu égard à la complexité de la question et à l'importance des problèmes qui s'y rattachent, on peut conclure que les mesures pratiques d'acoustique (de bruit et de sonorité) ont pris, dans ces dernières années, un développement fort important. Bénéficiant des travaux fondamentaux, tant mathématiques que physiques, des physiciens et physiologistes du siècle dernier, les techniciens ont pu étudier et mettre au point des méthodes suffisamment précises et comparables entre elles pour la mesure des qualités acoustiques des appareils producteurs de son. A l'heure actuelle, au moins pour les besoins internationaux, ces méthodes sont en voie d'unification en ce qui concerne l'interprétation subjective « normalisée » des bruits divers : cette normalisation est d'ailleurs la plus importante, puisque, pour les mesures purement physiques, les méthodes utilisées se sont montrées comparables, malgré les caractères très variés des hypothèses sur lesquelles elles reposent et qui leur avaient valu parfois de nombreuses et sérieuses critiques.

LES ACCIDENTS DUS A L'ÉLECTRICITÉ ET LES MOYENS DE SECOURS ACTUELS, [1]

par R. LEGENDRE,
directeur de laboratoire à l'Ecole des Hautes études,
chef des services techniques de l'Office national des recherches et inventions.

Les accidents dus à l'électricité, qui se bornèrent longtemps aux accidents très rarement occasionnés par la foudre, se sont considérablement multipliés avec le développement industriel et augmenteront encore à mesure que s'étendront les emplois de l'électricité et les réseaux de distribution.

Il est donc devenu indispensable de les connaître dans leurs causes et leurs formes diverses, pour les prévenir et, s'ils se produisent, pour les traiter. Ils constituent aujourd'hui tout un chapitre de l'hygiène industrielle et sociale et comptent parmi les rubriques des accidents du travail.

Il y a lieu d'ailleurs de les rapprocher, ne serait-ce qu'au point de vue des premiers secours à leur apporter, d'autres accidents, de mécanismes physiologiques tout différents, mais provoquant aussi l'asphyxie : les ensevelissements, les noyades, les intoxications par les gaz nocifs et notamment celles par l'oxyde de carbone. D'ailleurs, si la distribution et l'utilisation de l'énergie électrique créent surtout des risques d'électrocution, sa production dans les centrales hydrauliques et thermiques est cause de noyades et d'intoxications par l'oxyde de carbone.

Nous examinerons ensemble tous ces accidents, puisqu'ils imposent les mêmes règles de sauvetage.

Statistique des accidents. — J'ai essayé, il y a quelques

---

1. Conférence faite à l'amphithéâtre de l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes le 15 mai 1931.

années [1], d'établir une statistique des asphyxies de tout ordre, pour estimer le nombre des hommes qu'on pourrait sauver par une éducation du public et une organisation des secours. C'est une enquête très difficile à faire ; mais le peu de données précises qu'elle apporte montre l'importance de la question.

On sait (c'est le dénombrement qu'on connaît le mieux et qu'on cache le moins) qu'il y a tous les ans, en France, 8.000 morts violentes par suicide : pendus, noyés, asphyxiés au gaz et au charbon. Ce nombre figure dans la *Statistique générale de la France.*

Les éboulements dans les carrières, les mines, les sablières ne sont pas rares ; mais je n'ai pu établir le nombre d'ensevelissements qu'ils causent.

Pour les noyés par accident, les données sont peu précises. En Grande-Bretagne, une statistique déjà vieille en réunit 3.000 cas par an. A Paris, les postes de secours établis sur les berges soignaient un noyé par jour : 365 par an. Il y a quelque temps, M. de Lalyman a pu avoir connaissance, notamment en dépouillant les journaux, de 1364 morts par noyade en une année ; il a compté une moyenne de 20 morts par jour pendant les mois d'été ; presque tous sont de jeunes gens.

Les intoxications par l'oxyde de carbone doivent être très nombreuses ; mais il est impossible d'en avoir un recensement quelconque. On ne parle guère que des catastrophes atteignant un grand nombre d'hommes (explosions ou incendies dans des mines, intoxications collectives dans des hauts-fournaux, des fonderies, des usines à gaz) ou des accidents domestiques retentissants, comme la mort de Zola. Mais les multiples cas de tous les jours, causés par des fuites de gaz dans les maisons, des défauts de gazogènes, des ratés de moteurs à explosion, etc..., restent ignorés ou méconnus.

Le nombre des morts dus à l'électricité n'est guère mieux établi. Les accidents domestiques échappent à toute surveillance. Les électrocutions industrielles sont déclarées à deux ministères différents, selon qu'elles se produisent dans les centrales et sur les

1. *Revue d'hygiène*, mai 1926.

réseaux publics, ou dans les établissements d'utilisation. Le service de l'Inspection du travail relève environ 1.200 cas par an ; le ministère des Travaux Publics n'en compte qu'une centaine, presque tous mortels.

Lorsqu'on fait le total de ces accidents, et si l'on considère que les statistiques sont loin de représenter tous les cas qu'on peut découvrir, on aboutit à ce sentiment qu'il doit mourir chaque année, en France, une vingtaine de mille hommes par ces divers genres d'asphyxie que nous venons d'indiquer : éboulements, submersions, électrocutions, intoxications par les gaz toxiques (oxyde de carbone, acide carbonique, etc...).

C'est une perte d'une soixantaine de vies humaines par jour, dont beaucoup pourraient et devraient être sauvées par des secours immédiats.

Mécanisme des accidents. — L'ensevelissement, la submersion, l'intoxication par l'oxyde de carbone, les électrocutions, ont des mécanismes différents mais aboutissant tous à un état commun : l'asphyxie.

Quand un éboulement se produit, les hommes ensevelis périssent par compression, par impossibilité mécanique de continuer les mouvements respiratoires, par non renouvellement de l'air pulmonaire.

Les submergés se trouvent isolés de l'atmosphère et emplissent d'eau leurs poumons quand ils ne peuvent plus maintenir arrêtée leur respiration.

L'intoxication aiguë par l'oxyde de carbone a un mécanisme plus complexe, qu'on connaît parfaitement aujourd'hui grâce aux beaux travaux de Nicloux. L'hémoglobine des globules rouges du sang a plus d'affinité pour l'oxyde de carbone que pour l'oxygène ; à tensions partielles égales, elle fixe 200 fois plus d'oxyde de carbone que d'oxygène. Dans une atmosphère à 1 % d'oxyde de carbone, la moitié du sang devient oxycarbonée. Or les malaises apparaissent dès que 20 à 30 % du sang sont atteints, et la mort quand les deux tiers de l'hémoglobine ont fixé l'oxyde de carbone. L'homme est donc sensible même à de très faibles concentrations d'oxyde de

carbone, et la moindre fuite des appareils domestiques à gaz d'éclairage, des gazogènes, des hauts-fourneaux, la combustion lente dans les appareils de chauffage, la mauvaise carburation des moteurs à explosion sont causes d'accidents. Si l'intoxication lente a des effets très complexes, l'intoxication aiguë se manifeste uniquement comme une asphyxie par anémie.

Les accidents électriques sont beaucoup plus polymorphes et l'on a de la peine à les classer, d'autant plus qu'on ne sait pas les reproduire exactement et avec constance sur les animaux de laboratoire.

Dès 1887, d'Arsonval avait distingué les effets *directs* de la décharge, désorganisant les tissus et contre lesquels il n'est pas de remède, et les effets *indirects*, par action réflexe sur les centres nerveux, provoquant l'inhibition, la syncope, la mort apparente, et dont on vient à bout par la respiration artificielle ; d'où la règle formulée par d'Arsonval : un électrocuté doit être traité comme un noyé.

Depuis, Jellinek, de Vienne, a recueilli un très grand nombre d'observations d'accidents électriques, dans les conditions les plus diverses, et il en a publié de riches iconographies.

On a souvent tendance, et surtout peut-être dans les milieux d'électriciens professionnels, à considérer que le courant électrique n'est dangereux qu'aux tensions élevées. On se méfie des lignes à haut voltage, mais on touche sans crainte et sans précautions les fils d'éclairage et les installations domestiques à 110 volts. On oublie trop que ce n'est pas la tension qui tue, mais bien l'intensité du courant dérivé à travers le corps.

Mais ce qui compte autant que le voltage, c'est la résistance du corps, ou plus exactement celle de la peau en contact avec les fils et le sol. Avec des mains sèches ou gantées de caoutchouc ou tenant un isolateur sec, on peut toucher sans danger des conducteurs à assez haute tension ; la sécurité est accrue quand les pieds sont également secs, dans des chaussures sans clous traversant la semelle, ou mieux portant sur un tabouret isolant. On ne meurt généralement pas d'un contact avec une ligne ordinaire d'éclairage ; mais 110 volts suffisent largement à tuer quand les mains sont

mouillées, les pieds nus ou dans des sandales perméables sur un sol humide ou métallique.

C'est dire qu'on ne peut établir de règles précises sur les dangers des diverses sortes de courant et que les textes administratifs distinguant des courants de plusieurs catégories selon les voltages ne prétendent pas fixer des limites précises.

Bien plus, on sait qu'un courant passant entre deux points d'un même membre ou même les deux membres du côté droit produit généralement des effets moins désastreux que le même traversant le corps d'un bras à l'autre.

On a essayé de distinguer les effets du courant continu de ceux de l'alternatif. Il semble que le premier agisse différemment et provoque l'électrolyse des tissus, même quand on n'aperçoit aucun effet extérieur.

Nous ne dirons rien ici des courants alternatifs à très haute fréquence : courants de d'Arsonval, ondes courtes de T.S.F., dont on cherche de plus en plus à utiliser en thérapeutique les effets physiologiques, notamment ceux de capacité.

Nous insisterons surtout sur les courants alternatifs industriels, à une cinquantaine de périodes, causes des accidents les plus fréquents. Ceux-ci ont souvent des effets inattendus, imprévisibles. Je ne parle pas seulement des cas extraordinaires, tels que la volatilisation d'un conducteur à haute tension au contact de la peau, provoquant une véritable métallisation étendue et continue du tégument. Jellinek a publié une photographie impressionnante d'un dépôt de cuivre couvrant toute la face, effroyable à voir et ayant cependant guéri.

Rarement, les hauts voltages provoquent la syncope sans causer de brûlures ni de marques, plus ou moins durables. Parfois il se forme, à partir du point de contact, une arborescence sur la peau. Jellinek a montré des gens ayant ainsi une véritable fulgurite sur le visage ; ils avaient touché un câble à haute tension, et à partir du point de contact il s'était produit des ramifications, comme sur certains arbres atteints par la foudre. Plus souvent encore, dans le cas des hauts et des moyens voltages, le contact avec les conducteurs provoque une brûlure très particulière. Assez peu étendue sur le

moment, elle évolue les jours suivants en une nécrose de plus en plus profonde, mettant les chairs à vif et continuant souvent jusqu'à l'os. Heureusement, ce genre de plaies tend à rester aseptique ; mais parfois, quand il y a eu chute sur le sol au moment de la rupture du courant, la plaie s'infecte, se gangrène et oblige à l'amputation. Ce genre de brûlures, en calcinant la peau, augmente fortement sa résistance et diminue la dérivation passant par le corps ; assez souvent, ces lésions, même étendues ne sont pas suivies de syncope. Le contact avec une ligne provoque la contracture énergique des muscles atteints par la décharge ; il en résulte un accrochage sur les fils, tel qu'on ne peut parfois détacher la victime avant d'avoir coupé le courant.

Les basses tensions sont, bien à tort, trop souvent considérées comme inoffensives ; le nombre des accidents qu'elles causent en est augmenté d'autant. Certes, on peut recevoir sans risque une décharge sous 110 volts (à qui cela n'est-il point arrivé ?) ; mais il faut savoir que cela n'est vrai que si l'on est isolé du sol et si l'on a la peau sèche. Quelqu'un qui a aux pieds des semelles de caoutchouc ou de cuir cousu et qui entre en contact d'une seule main avec un fil sous 110 volts ne ressent tout au plus qu'une secousse désagréable ; le même contact avec des souliers cloutés dont les pointes traversent la semelle, ou des sandales mouillées, ou les pieds nus et moites sur un sol humide risque d'amener la mort, sans brûlures, par syncope. Trop souvent, des ouvriers font, par négligence, des terres parfaites : le chaudronnier, tenant à la main une lampe baladeuse à fil souple, qui entre dans une chaudière pour la réparer ; le couvreur sur un toit, après la pluie, maniant ses outils ou son échelle près d'une ligne de distribution ; le monteur qui répare un moteur sans avoir coupé le courant, dans une fosse, une cave, une grange au sol de terre battue, etc... Les accidents domestiques sont de plus en plus nombreux, à la cave, à la cuisine, dans le bain, le cabinet de toilette, chaque fois que le corps mouillé ou humide fait court-circuit entre une ligne mal isolée et la terre. Le dr Zimmern, par exemple, a signalé à mainte reprise des morts survenues dans ces conditions.

On pourrait dire, sans préciser trop, qu'à partir d'une vingtaine

de volts, les accidents deviennent possibles. Ils seraient certes de plus en plus fréquents et dangereux à mesure que le voltage augmente, si l'on portait une égale attention à tous les genres de courant. Mais, comme on n'hésite guère à toucher 110 volts avec les doigts (et il est des ouvriers qui se risquent avec insouciance sur 220 et même 500 volts), tandis que personne n'approche une ligne à 1.500 ou 60.000 volts sans de grandes précautions, la fréquence des électrocutions n'est pas fonction de la tension des réseaux, mais bien plutôt de l'ignorance et de l'imprudence des usagers. Quand on a compris qu'il y a danger, les accidents deviennent plus rares ; lorsqu'on ne le sait pas ou qu'on n'y porte pas attention, ils sont bien plus nombreux, et c'est ainsi qu'actuellement on constate ce paradoxe que le plus grand nombre des accidents électriques se produit sur les lignes à basse tension.

Les exemples d'électrocution sont très variés, et l'on ne peut songer à les passer tous en revue. Le dr Jellinek en a rassemblé un très grand nombre en une série de magnifiques dessins. Les affiches de prévention en montrent également quelques types. Pour en donner une idée, je citerai seulement certains cas, choisis parmi les plus fréquents, uniquement afin d'attirer l'attention sur les précautions élémentaires à prendre.

A mesure que se poursuit l'électrification du territoire, les lignes de distribution électrique se multiplient le long des routes, dans les champs. Certes, on élague les arbres au voisinage, mais ils repoussent ; et nombre d'enfants, qui y grimpent pour dénicher les nids ou dégager leur cerf-volant pris dans les fils, créent des courts-circuits dont ils sont les premières victimes.

Les lignes fixées aux murs des maisons, dans les traversées de lieux habités, sont parfois atteintes par des ouvriers travaillant sur les toits ou des paysans maniant de longs outils (fourches, perches) ou debout sur des voitures haut chargées de foin ou de paille. Les pompiers ont déjà appris à se méfier de ces fils et évitent maintenant de les atteindre avec le jet d'eau de leur lance quand ils combattent un incendie.

Dans les agglomérations, les lignes souterraines sont quelquefois découvertes par un terrassier imprudent, qui plante sa pioche

directement dans un câble dont il ignorait la présence ; ou encore un courant vagabond dû à un défaut d'isolement a chargé fortuitement d'autres conduites d'eau ou de gaz qu'il va réparer.

On ne compte plus les poteaux, supportant des lignes, renversés par des automobiles ou des chevaux attelés. C'est souvent la cause d'un chapelet d'accidents : les premières victimes restent en contact avec les fils, et les sauveteurs qui viennent à leur secours tombent électrocutés dès qu'ils les touchent, jusqu'au moment où l'un d'eux plus réfléchi ou mieux prévenu, écarte les fils ou prévient la centrale de couper le courant. Et je ne parle pas des troubles et même des accidents à distance causés par l'enchevêtrement des fils à haute et à basse tension et des fils téléphoniques, quand plusieurs lignes courent parallèlement sur les mêmes poteaux.

Les accidents sont également très nombreux dans les fermes, où les paysans, en sabots plus ou moins mouillés, sur un sol humide, veulent changer une lampe ou mettre en route un moteur dans une installation mal faite, insuffisamment isolée ou détériorée.

A la ville, les gens dans leur bain qui veulent allumer une lampe ; les femmes à leur toilette qui prennent un fer à friser électrique ; les cuisinières qui manient le fer à repasser ou une lampe, et mettent l'autre main sur le robinet d'eau ; les ouvriers qui, au cours d'une réparation, mettent en court-circuit les fils de distribution à travers leur corps avec les canalisations d'eau, de gaz, de chauffage central, sont légion.

On ne saurait trop préciser les règles d'installation domestique, surveiller leur exécution, apprendre au public qu'on ne doit pas plus tolérer une fuite d'électricité qu'une fuite de gaz, et que tout appareil donnant une décharge quand on le touche est dangereux et peut devenir mortel.

On pourrait encore signaler les phénomènes d'induction, de résonance et de capacité entre lignes disposées parallèlement, parfois si gênants sur les lignes téléphoniques. Je ne m'y arrêterai pas, le remède n'étant pas à la portée du public, et je préfère me borner aux questions de prévention et de secours, qu'il est indispensable de faire connaître à tous et qu'on doit répéter inlassablement.

La prévention des accidents. — La diminution du nombre des électrocutions dépend avant tout de la construction, de l'installation et du bon entretien des centrales, des réseaux de distribution et des appareils d'utilisation. Le ministre des Travaux Publics a prescrit des règles détaillées, les syndicats d'électricité ont prévu des cahiers des charges et organisé des contrôles qui doivent, strictement appliqués, réduire au minimum les possibilités d'accidents. Mais il reste encore beaucoup à faire pour éduquer les usagers. Déjà, un peu partout, les associations de prévention ont édité des affiches souvent très frappantes, qui mettent en garde les ouvriers contre les dangers de l'électricité ; il faut souhaiter leur diffusion dans tous les établissements industriels. Il reste à atteindre pareillement les milieux ruraux d'une part, et d'autre part tout le public, en insistant sur les accidents domestiques.

Quelles que soient les précautions de sécurité prises dans les installations et la diffusion des notions élémentaires de prévention, il restera toujours un certain nombre d'accidents inévitables et imprévisibles. Il faut donc savoir également ce que chacun doit faire en cas d'accident, pour porter secours sans danger et d'une façon efficace. C'est à cette propagande que je consacre mes efforts depuis nombre d'années.

Les secours d'urgence. — Il peut arriver à n'importe qui, un jour ou l'autre, de se trouver en présence d'un asphyxié, que ce soit un électrocuté, un noyé, un intoxiqué par l'oxyde de carbone, un pendu, un enseveli. L'asphyxié est en danger de mort imminente. La rapidité des soins (et il s'agit toujours d'une question de minutes) décide seule de son sauvetage. C'est dire qu'il ne suffit pas d'appeler un médecin, une voiture d'ambulance, des secours lointains et d'attendre qu'ils arrivent : ils arriveront toujours trop tard. La vie d'un asphyxié dépend de la première personne qui l'aperçoit ; c'est pourquoi il faut que tout le monde sache ce qu'on doit faire en pareil cas.

Certes, il est nécessaire d'appeler un médecin : les secours d'urgence peuvent être insuffisants pour remédier à toutes les conséquences de l'accident ; certes, il est utile de prévoir le transport

MUSÉE POSTAL

ultérieur du malade ; mais, dans aucun cas, on ne doit attendre sans rien faire, et jamais on ne doit mettre en voiture un homme en état de syncope : il sera mort à l'arrivée. J'insiste sur ces notions d'élémentaire bon sens ; elles sont encore trop souvent ignorées

Il ne faut pas non plus, en voulant porter secours, risquer de faire une victime de plus. On ne doit aller chercher un intoxiqué par l'oxyde de carbone, tombé dans un endroit où les gaz peuvent séjourner ou s'accumuler (caniveau, tranchée, cave, etc...) qu'après s'être fait corder. On ne doit toucher un électrocuté qu'après s'être assuré qu'il n'a pas de contact avec les conducteurs sous tension ou avoir écarté ceux-ci. Les précautions à prendre doivent être d'autant plus grandes que la tension est plus élevée. Souvent, on sait quel est le voltage du courant qui a causé l'accident ; l'aspect de la ligne l'indique approximativement. S'il s'agit de courant à basse tension (110 ou 220 volts), on peut approcher l'électrocuté sans grandes précautions ; si c'est un courant de 500 ou 600 volts, il faut être plus prudent ; et si la ligne est à très haut voltage, il ne faut jamais toucher à l'accidenté.

Avant d'écarter les fils à basse tension, il suffit de ne pas mettre ses pieds dans une flaque d'eau. Si l'on a une canne, il est préférable de s'en servir pour écarter le fil, plutôt que de le toucher avec les doigts. Sauf si l'on est trempé soi-même, on ne risque guère plus qu'une secousse désagréable, surtout si l'on a soin de n'opérer qu'avec une main, la droite.

Si la tension est plus élevée, il faut d'abord s'isoler d'un contact possible. On le peut de diverses façons : un journal ou un papier sec, étendu en plusieurs épaisseurs sur la terre humide, suffit pour quelques instants ; sur un terrain mouillé, des planches sèches trouvées au voisinage, mises en pile ou posées sur quatre bouteilles couchées, peuvent faire un tabouret isolant ; on peut trouver un manche à balai, une perche, une tige de bois quelconque, suffisamment secs pour s'isoler des fils qu'on veut déplacer. Toujours on doit agir d'une seule main, la droite.

Sur les lignes à très haut voltage, tout ce qui vient d'être indiqué est insuffisant ; il n'y a d'autre solution que de prévenir la centrale ou la sous-station de couper le courant, et de n'approcher l'électro-

cuté que lorsqu'on est certain que la ligne n'est plus en charge.

Une fois que la victime a été isolée des fils, on peut la toucher sans danger. Si elle n'a pas été brûlée, elle se présente comme tous les asphyxiés : inerte, la respiration suspendue, le cœur battant faiblement. C'est alors qu'il importe de ne plus perdre un seul instant : immédiatement, on commencera les manœuvres de *respiration artificielle.*

On a successivement proposé diverses méthodes pour rétablir la respiration. Je n'en ferai pas l'historique, et je me limiterais même à la dernière et la plus efficace si l'on ne trouvait encore trop souvent, dans les livres et dans l'enseignement, l'indication d'autres moyens périmés.

En effet, la circulaire de 1903 du ministère des Travaux publics prescrivait, pour les premiers secours, les méthodes de Laborde et de Sylvester. En Angleterre, apparut en 1907 une nouvelle méthode, proposée par une commission chargée d'étudier les meilleurs moyens de secours aux noyés, que présidait le professeur Schâfer, d'Edimbourg ; elle se répandit sous le nom de « prone-pressure method » (pression du malade couché sur le ventre), aux Etats-Unis, en Allemagne, etc..., mais ne pénétra guère en France. Pendant la guerre, j'eus l'occasion de la faire adopter par le service de santé. Puis, le professeur Nicloux et moi précisâmes les meilleurs moyens de secours aux asphyxiés (respiration artificielle par la méthode Schâfer et inhalations d'oxygène), qui furent soumis au Conseil supérieur d'hygiène publique en France et approuvés par lui le 23 avril 1923. Leur application dans les usines d'électricité posait un délicat point de droit, qui fut soulevé par une société de la région parisienne : leur désaccord avec les instructions officielles du ministère des Travaux Publics. Celles-ci furent alors révisées par une commission présidée par M. d'Arsonval et dont je fis partie ; ses travaux aboutirent au décret du 23 janvier 1927, dont le texte est reproduit dans l'arrêté du ministre du Travail du 6 juin 1929.

Aujourd'hui, une affiche officielle, rédigée en exécution du décret de 1927, est obligatoirement apposée partout, dans les usines, les ateliers, sur les postes de transformation, etc... ; elle indique au public les secours d'urgence à pratiquer en cas d'accident. Malgré

cela, on trouve encore parfois préconisées les méthodes officielles antérieures. J'en dirai seulement quelques mots, pour faire comprendre leur infériorité.

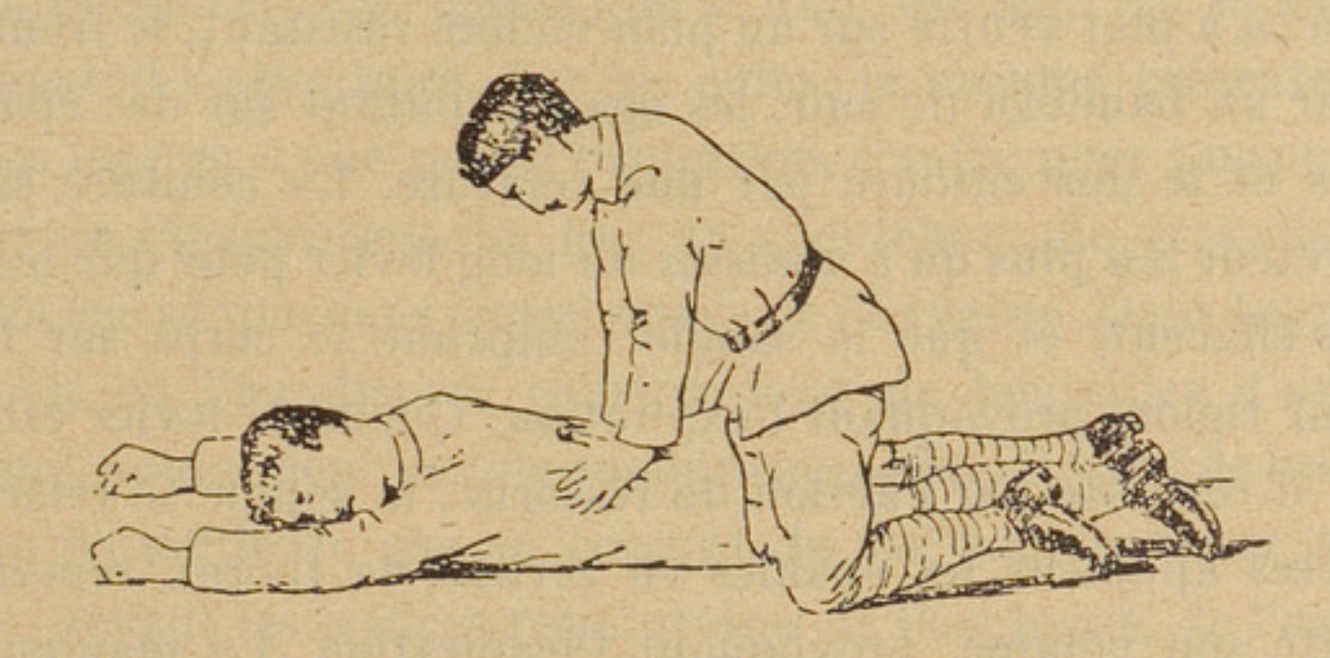
L'une d'elles, la méthode de Laborde, consiste à coucher l'asphyxié, quel qu'il soit, sur le dos, à lui ouvrir la bouche, puis à tirer sa langue rythmiquement. Quand on veut l'appliquer, on s'aperçoit qu'il est très difficile d'ouvrir la bouche quand (ce qui est le cas le plus fréquent) les mâchoires sont serrées et contractées. Il est encore plus difficile de maintenir la langue hors de la bouche : elle glisse entre les doigts, à tel point que, dans les salles d'opération, où les syncopes en cours d'anesthésies sont prévues, on dispose de tout un arsenal d'instruments : ouvre-bouche et tire-langue, spécialement inventés à cet effet. De plus, les tractions rythmées de la langue sont d'un effet incertain.

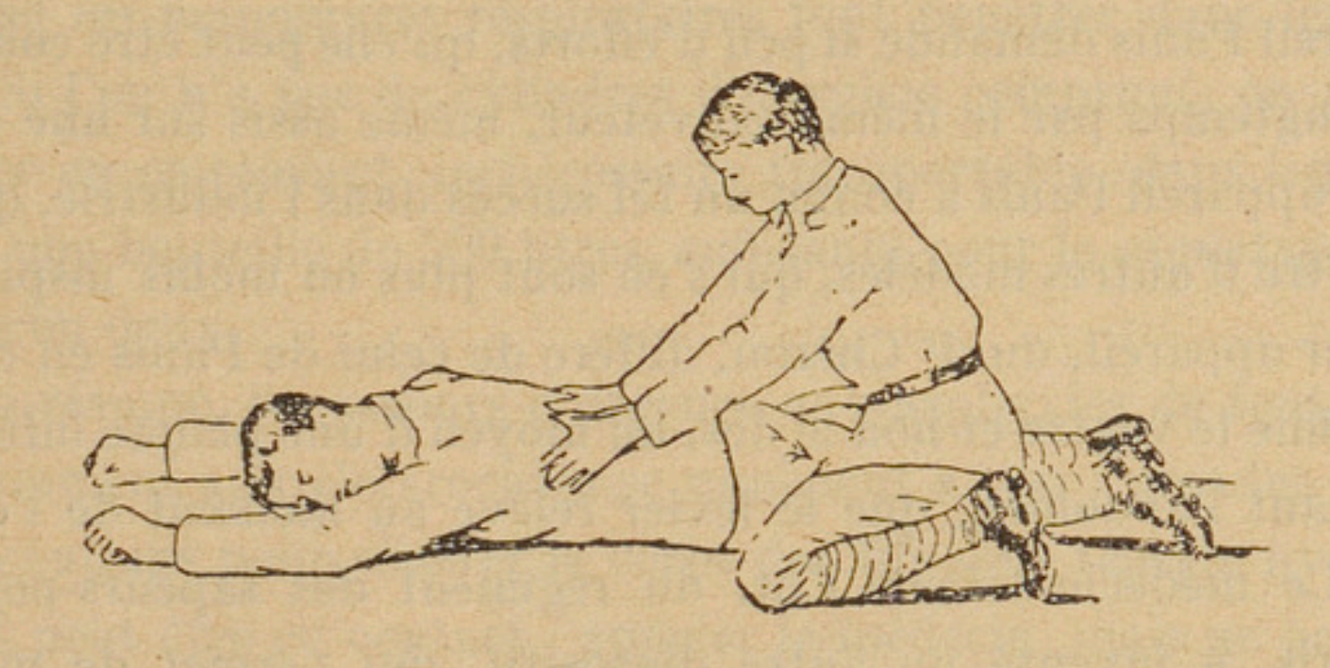
La méthode de Sylvester consiste, une fois qu'on a ouvert la bouche et tiré la langue hors de la bouche du patient couché sur le dos, car il faut commencer par là, à pratiquer les mouvements respiratoires en mouvant les bras : on les tire en arrière afin que la poitrine bombe et que l'air y entre, puis on les laisse retomber sur la poitrine à plat pour provoquer l'expiration. Outre que la préhension de la langue présente les mêmes difficultés que dans la méthode de Laborde, les mouvements des bras sont très fatiguants et ne peuvent être continués longtemps, alors qu'il est nécessaire, dans certains cas, de poursuivre les manœuvres de respiration artificielle pendant une heure et plus. Toutefois, si la méthode de Sylvester est exténuante, elle est plus efficace que celle de Laborde.

Ce sont là méthodes périmées, qu'il ne faut plus essayer d'appliquer, même si on les trouve encore préconisées. Il ne faut jamais coucher l'homme sur le dos ; il ne faut pas lui remuer les bras ; il n'y a pas à perdre de temps pour ouvrir la bouche et saisir la langue. La méthode de Schâfer a supprimé tout cela. Le grand avantage de la méthode de Schâfer est qu'elle économise le temps et les forces du sauveteur. On ne met plus l'asphyxié sur le dos, mais sur le ventre, à plat-ventre. Par conséquent, s'il s'agit d'un noyé qui a introduit de l'eau dans ses poumons, cette eau s'écoulera facilement ; s'il se forme des mucosités dans la trachée, elles s'évacueront aisément ;

la langue, flasque, tombante, qui bouchait les orifices respiratoires de l'asphyxié couché sur le dos, pend dans la bouche du même couché sur le ventre et n'empêche plus l'entrée et la sortie de l'air. On peut donc commencer les mouvements respiratoires immédiatement, sans aucune perte de temps.

Pour pratiquer la respiration artificielle, on se met à cheval sur les cuisses de l'asphyxié, (fig.) les deux mains étendues de chaque côté





de la colonne vertébrale, au niveau des dernières côtes. Il suffit alors d'appuyer sur les mains, progressivement, de tout son poids, pour aplatir, en quelque sorte, le thorax et provoquer l'expiration, puis de se relever lentement en cessant la pression pour que l'asphyxié se regonfle et inspire largement ; on recommence ces mouvement lentement, régulièrement, en les réglant sur sa propre respiration. Cela demande beaucoup moins de place que la méthode de Sylvester et n'exige aucun préparatif ; de plus, c'est beaucoup moins fatiguant et, par suite, on peut continuer plus longtemps, condition souvent indispensable pour la ressuscitation. La méthode de Schâfer a maintenant fait largement ses preuves et elle est de toutes la plus

simple, la plus rapide, la plus efficace, la plus pratique. Elle doit désormais être connue de tous, et partout enseignée et démontrée.

Dans les industries où l'on doit prévoir des accidents plus ou moins fréquents, survenant au même point, on peut faire mieux encore. Sur mes conseils, le dr Panis a réalisé un appareil mécanique de respiration artificielle, appliquant la méthode de Schâfer d'une façon encore moins fatigante et plus énergique. Le malade est couché à plat ventre sur un plan incliné résistant, le front reposant sur un bandeau de cuir, les épaules butant sur des épaulières mobiles et le dos entouré par une ceinture. La ceinture sanglée, le sauveteur n'a plus qu'à abaisser un long levier pour que les épaulières s'effacent, et que la sangle comprime le corps sur le plan inférieur rigide, provoquant l'expiration. Quand le levier est abandonné, il remonte par l'action de ressorts ; la sangle se relâche, les épaulières appuient les épaules en arrière, le thorax reprend par élasticité son volume, provoquant l'inspiration. La manœuvre de l'appareil Panis demande si peu d'efforts, qu'elle peut être continuée très longtemps par le même sauveteur, même assis sur une chaise.

L'appareil Panis a connu un tel succès dans l'industrie, qu'on a vu naître d'autres modèles, qui s'en sont plus ou moins inspirés. Le premier appareil, du dr Chéron, diffère de celui de Panis en ce qu'il comprime le ventre et non le dos, au moyen d'une plaque inférieure, soutenant l'abdomen, que le levier relève au moment de l'expiration. Le médecin-colonel Cot, du régiment des sapeurs-pompiers de Paris, a inventé un autre dispositif, qui permet de modifier l'inclinaison du corps. Enfin, tout récemment, le dr Chéron a présenté un nouvel appareil plus énergique, qui fait pression double, par le ventre et par le dos.

Un homme en état de syncope, ne respirant plus, est un asphyxié dont le sang manque d'oxygène. Les manœuvres de respiration artificielle ont justement pour but, entre autres, de rétablir le contact entre l'air et le sang au niveau des poumons. La ressuscitation sera plus rapide si l'on introduit dans les poumons de l'oxygène pur au lieu d'air. L'action est particulièrement efficace ; elle est spécifique dans le cas d'intoxication par l'oxyde de carbone, puisque l'élimination de ce gaz croît avec la tension d'oxygène. Elle est utile dans

tous les autres cas. Nous avons mis au point, le professeur Nicloux et moi, un masque et un appareil pour assurer l'inhalation d'oxygène pendant les manœuvres respiratoires selon la méthode Schâfer. Le masque, métallique, bordé d'un bourrelet de caoutchouc, peut être posé par terre, et il suffit alors de placer sur le bourrelet la face de l'asphyxié couché sur le ventre pour obtenir une fermeture étanche. Ou bien encore on peut fixer le masque sur la face au moyen d'une bride entourant la tête, tandis que le front est tenu par le bandeau d'un appareil respiratoire. Sur les côtés, le masque présente deux soupapes légères, l'une pour l'expiration, l'autre pour l'inspiration. Du côté de l'inspiration, on fixe un caoutchouc de gros diamètre relié à un sac souple dans lequel arrive de l'oxygène. Dans les centres industriels où l'on dispose constamment de bouteilles d'oxygène comprimé, notamment pour la soudure autogène, il suffit de brancher le tuyau de sortie du gaz au conduit du sac pour envoyer dans le masque, devant les orifices respiratoires de l'asphyxié, de l'oxygène pur, que les manœuvres respiratoires font pénétrer dans les poumons. Si l'on n'a pas de cylindres d'oxygène comprimé, on peut y suppléer en employant un nécessaire transportable, dans lequel se trouve une bouteille de 500 litres, suffisante pour le sauvetage d'un homme ou deux.

En résumé, les secours d'urgence aux asphyxiés de tout genre et notamment aux électrocutés se ramènent à ceci : prendre toutes les précautions pour séparer le corps des fils sous tension avec lesquels il peut être en contact ; appeler le médecin, mais ne pas l'attendre sans rien faire ; ne pas transporter l'accidenté vers un lointain hôpital : les soins, pour être efficaces, doivent être donnés sur place, immédiatement ; ils consistent, avant tout, en manœuvres de respiration artificielle, pratiquées selon la méthode Schâfer, à la main, ou mieux, si l'on peut, avec un appareil mécanique. Si l'on dispose d'oxygène sous une forme quelconque, on en fait respirer, au mieux sous un masque approprié, sinon en faisant arriver le tuyau d'oxygène sous des compresses fixées devant la bouche et le nez.

Quand ces quelques notions seront connues de tous, qu'elles seront enseignées, démontrées, répétées partout ; quand tous les

endroits dangereux où l'on doit prévoir la possibilité d'accidents (mines, usines à gaz, cokeries, centrales électriques, etc...) seront munis de postes de secours comportant essentiellement un appareil respiratoire et un nécessaire à inhalations d'oxygène et que leur personnel aura été entraîné à s'en servir, on réduira dans une très grande proportion les morts par asphyxie. En voici quelques exemples.

A l'usine à gaz de Gennevilliers, on a installé, il y a quelques années, trois postes de secours complets et instruit le personnel ; depuis lors, 25 accidents se sont produits : électrocutés, intoxiqués par oxyde de carbone, noyés ; 24 personnes ont été sauvées.

A Paris, les sapeurs-pompiers ont été chargés d'organiser un service de premiers secours, qui répond à tout appel en envoyant sur place un appareil respiratoire et un nécessaire à inhalations d'oxygène, ainsi qu'un infirmier au courant des soins d'urgence. Il y a un an, le médecin colonel du régiment, M. Cot, a publié la première statistique de ce nouveau service. Il a déjà répondu à 150 appels et a réussi à ressusciter 85 personnes ; si la proportion est moins belle qu'à Gennevilliers, c'est que les demandes sont souvent beaucoup trop tardives ; mais on peut espérer mieux quand ce moyen de secours sera mieux connu.

Dire que le problème est entièrement résolu et qu'il n'y a plus de progrès à accomplir serait faux.

Notamment, en ce qui concerne les électrocutés, il est frappant de remarquer le temps souvent très prolongé pendant lequel on doit pratiquer la respiration artificielle. Il n'est pas rare, en effet, de voir persister deux heures et même beaucoup plus l'état syncopal, et c'est pourquoi, dans les instructions du ministère des Travaux publics, il est dit qu'il ne faut jamais abandonner un électrocuté sans avoir des signes certains de sa mort. Ces signes, le médecin seul en est juge, et l'on doit toujours continuer les secours d'urgence jusqu'à son arrivée. Il peut estimer utile d'essayer d'autres moyens : la saignée ou l'injection intracardiaque d'adrénaline, par exemple. Mais il reste encore à trouver le moyen d'activer le retour à la vie de tous les asphyxiés et particulièrement des électrocutés.

Pour le moment, les seules notions efficaces sont celles que j'ai indiquées ici : la respiration artificielle par la méthode Schäfer et, si possible, l'inhalation d'oxygène.

L'Office national des recherches et inventions a établi un film de propagande et d'instruction, qui a déjà passé dans de nombreux établissements pour l'éducation de leur personnel.

PREMIERS ESSAIS DE CABLE CHARGÉ EN FRANCE.

Le 21 octobre dernier, mourait à Bellenaves (Allier) Aimé Barbarat, inspecteur général des P.T.T. retraité, ancien directeur général de l'office postal tunisien. Les essais de câble chargé qu'il a faits à la première heure n'ont donné lieu à aucune publication ; c'est pourquoi il n'est pas inutile aujourd'hui de les faire connaître.

Rappelons tout d'abord que le rôle utile de l'inductance a été affirmé par Vaschy, ingénieur des télégraphes, contrairement aux idées qui régnaient à cette époque, dans le numéro de juillet-août 1886 des *Annales télégraphiques*. Vaschy était ancien élève de l'Ecole Polytechnique de la promotion 1875 et Barbarat était élève de cette même école de la promotion 1876. On comprend donc qu'une certaine collaboration s'établit entre eux. Or, dans le numéro de novembre-décembre 1888, Vaschy donna l'intégration de l'équation des télégraphistes, en tenant compte de la résistance, de la capacité et de l'inductance. Il reconnaissait dans cet article l'antériorité de la publication sur ce sujet de Heaviside dans le *Philosophical Magazine*, mais en expliquant qu'il était déjà en possession de sa méthode d'intégration au moment où le travail de Heaviside lui fut connu et que d'ailleurs il avait des conséquences à en tirer qui n'étaient pas dans Heaviside.

Barbarat était en correspondance avec Vaschy, et, dès 1888, il publia le tracé des courbes d'arrivée du courant, pour une ligne mise à la terre à son extrémité, lorsqu'on porte brusquement son origine à un potentiel constant E, le système partant du repos.

C'est en 1890 que Vaschy (qui s'appelait Aimé comme Bar-

barat) publia son magistral *Traité d'électricité et de magnétisme*, et Barbarat a soin de noter que tous les calculs qu'il a insérés dans ses divers rapports à l'administration ou au Comité technique ont été effectués d'après les formules qu'on y trouve (p. 166 pour la self-induction, ou au début du tome II pour la propagation du courant).

En 1891, Vaschy fit construire des bobines d'inductance analogues aux bobines toroïdales, mais dont le circuit magnétique, au lieu d'être un tore, avait pour particularité que le lieu des centres du cercle générateur, au lieu d'être une circonférence (le cercle moyen), était un rectangle. Ces bobines furent réparties sur les fils souterrains (Paris—Bordeaux) en gutta (0,10 et 0,11) à Orléans, Tours, Poitiers et Angoulême et l'essai fut fait avec des courants télégraphiques. Mais le résultat ne fut pas satisfaisant.

Barbarat était persuadé que la capacité des câbles sous gutta était trop considérable pour qu'on pût espérer la combattre efficacement par une augmentation pratiquement réalisable de l'inductance.

Or c'est en 1894 que Barbarat proposa à l'administration l'adoption de câbles sous papier : il n'y avait alors, comme câbles à faible capacité, que les câbles Fortin Hermann à perles de bois, Le câble sous papier, tel que le concevait Barbarat, était à circulation d'air, et c'est ainsi que furent constitués les câbles sous papier, qui ont été employés alors en France : on faisait remonter l'isolement en faisant circuler de l'air sec.

Notons cependant qu'en avril 1897, à l'occasion d'un mémoire de Preece, publié alors par les *Annales télégraphiques*, Barbarat proposa au Comité technique un câble à capacité diminuée, sans circulation ; c'était un câble à quatre conducteurs (à self-induction augmentée), dont les âmes auraient été entourées de *cellulose comprimée*, celle-ci étant entourée, pour l'étanchéité, d'un ruban de caoutchouc ; tout cet ensemble aurait été recouvert, comme une âme de câble sous-marin de modèle courant, par du chanvre, des fils d'acier formant armature de soutien et par une composition goudronneuse. Dans ce cas, on aurait eu un câble, dont la

capacité eût été diminuée par le revêtement de cellulose comprimée. D'ailleurs, Barbarat envisageait de commencer par des essais de câble souterrain.

Nous venons de dire que les conducteurs prévus devaient être à self-induction augmentée. C'est que, depuis un an déjà, les câbles sous papier étant définitivement entrés dans la pratique, Barbarat reprenait ses premières idées relativement au rôle utile de l'inductance uniformément répartie. C'est le 12 mars 1896 qu'il fit un rapport à l'administration, rapport qui fut transmis au Comité technique, et où il faisait remarquer que les câbles sous papier, qui coûtaient trois fois moins cher que les câbles sous gutta, avaient une capacité trois à quatre fois moindre, ce qui permettait l'espoir de neutraliser leur capacité par une augmentation réalisable de la self-induction. A cette époque, on avait reconnu qu'on ne pouvait téléphoner sur un câble de réseau (diamètre : 1^{mm}) à une distance supérieure à 50 kilomètres ; mais avec un conducteur plus gros (diamètre 2^{mm}), on estimait qu'on pouvait atteindre 105 kilomètres ; Barbarat calculait qu'en recouvrant ce conducteur de 2^{mm} d'une gaine en fer doux de 2/10 de millimètre d'épaisseur, on pourrait atteindre 215 kilomètres. Il établissait que le fil chargé devait avoir pour diamètre le diamètre primitif du cuivre multiplié par 1,2. On projeta de faire l'essai sur la ligne souterraine Toulon—Nice.

Mais, des expériences ayant fait constater à Barbarat qu'on obtenait les mêmes résultats en faisant des essais soit sur un long circuit soit sur un circuit de même longueur totale obtenu en reliant diverses paires prises dans un même câble, il proposa le 28 novembre 1896 de faire l'essai, non sur le câble Toulon—Nice, mais sur un câble à 21 paires Paris—Sèvres, qui était alors en projet. Si l'inductance augmentée présentait des inconvénients, elle aurait pu rendre inexploitable une longue section telle que celle de Toulon à Nice, tandis que, sur le câble de Paris à Sèvres, les diverses paires auraient toujours pu être utilisées, ce qui limitait le risque.

Le Comité technique décida pourtant de faire au préalable des essais divers sur la ligne souterraine qui venait d'être cons-

truite entre Marseille et Toulon ; c'était un câble à six paires (cuivre de 2^{mm}), d'une longueur de 64 kilomètres.

M. Heina, ingénieur des télégraphes, en fut chargé. Il forma des circuits de longueur croissante en bouclant aux extrémités les diverses paires au bout l'une de l'autre. Avec trois sections ($3 \times 64 = 192^{km}$) on n'entendait plus que les « Allo ! », et avec quatre sections on ne percevait plus rien.

Le câble était posé, il ne pouvait être question d'inductance répartie ; M. Heina intercale des bobines d'inductance, mais en un seul point ; il obtint de mauvais résultats et déclara nuisible l'inductance. Dans son rapport du 28 mars 1897, Barbarat fit remarquer qu'on ne pouvait conclure de l'essai qu'il y eût impossibilité d'améliorer l'audition avec des bobines, si elles étaient convenablement calculées et espacées.

C'est pourquoi la sous-commission du Comité technique chargea Barbarat de préparer lui-même des bobines ; elles furent construites au Dépôt central et essayées par Barbarat sur des fils d'un millimètre de diamètre du réseau de Paris ; l'audition était améliorée ; ces bobines furent aussi essayées croyons-nous, sur la ligne Marseille—Toulon.

Barbarat fut alors invité à préparer un cahier des charges pour câbles à self-induction augmentée ; c'est ainsi qu'on appelait les câbles que, depuis Pupin, nous appelons des câbles chargés, par analogie avec la corde chargée de poids équidistants, dont Lagrange a étudié le mouvement dans sa mécanique analytique.

Des essais d'intercalation de bobines ont donc été faits dès 1897 sur le câble Marseille—Toulon et sur les câbles du réseau de Paris ; il est à noter que ces bobines étaient sans fer. Ces expériences avec bobines, qui datent de 1897, sont probablement les premières qui aient été faites dans cette voie. (Le premier mémoire de Pupin a été présenté à l'American institut of electrical engineers le 22 mars 1899).

Aucun crédit n'étant prévu pour essais, en dehors des câbles nécessaires au service, il fallut attendre une occasion ; elle se présenta le 30 mars 1899, un câble à 14 paires (en fil de 2^{mm} de diamètre) étant projeté entre Paris et Versailles.

Par raison d'économie, le Comité technique admit que l'essai fût fait d'abord sur 1 kilomètre de câble sous papier à 14 paires. Le conducteur de cuivre, recouvert d'une gaine de fer doux, aurait (toujours par économie), $1^{mm},8$ comme diamètre du cuivre au lieu de 2^{mm} et $0^{mm},2$ d'épaisseur de gaine (lettre administrative du 2 juin 1899). Barbarat, nommé chef du service des Câbles sous-marins à Toulon, continua à être chargé de ce câble ; la fabrication fut confiée par lui à la maison Grammont de Pont-de-Chéruy. Elle construisit d'abord une paire, qui fut livrée à l'usine de la Seyne (Var) et essayée le 14 janvier 1900 (résultat : inductance kilométrique, $0^{H},0072$; $\mu=100$). Cette perméabilité ayant paru plus faible qu'on ne s'y attendait, Barbarat demanda à la maison Grammont de choisir le fer le plus doux possible pour la deuxième paire (résultat : $L_{km} = 0^{H},0111$; $\mu = 150$; 7 janvier 1901). Le 8 février 1902, le kilomètre de câble à 14 paires complet fut essayé au dépôt central par M Massin, ingénieur en chef, spécialiste de ces mesures d'inductance (résultat moyen : $L_{km} = 0^{H},0093$; $\mu = 126$). L'inductance des conducteurs guipés avec du fer (on avait ainsi construit quelques paires) fut trouvée inférieure à celle des conducteurs à gaine de fer continue. Barbarat fut donc d'avis de s'en tenir au système de la gaine.

L'administration avait donc 1 kilomètre de câble à 14 paires chargé ; d'après ses données, il restait à faire les 19 autres kilomètres nécessaires pour aller de Paris à Versailles. Nouveau renvoi au Comité technique ; nouvel avis favorable de ce Comité. Mais Barbarat ne put obtenir de l'administration l'autorisation qu'il sollicitait, et l'expérience n'eut pas lieu.

Le 14 février 1902, Barbarat fut autorisé par le ministre à prendre un brevet ; mais ce projet non plus n'eut pas de suite, parce que, d'après les conseils, le câble ne parut pas pouvoir être protégé par un brevet, en raison d'antériorités ; mais celles-ci ne sont pas précisées dans les documents que nous avons pu consulter. (1) J.-B. P.

---

1. Né à Voussac le 12 mars 1859, Aimé Barbarat fut élève de l'Ecole polytechnique de 1876 à 1878, ingénieur des Télégraphes en 1880, ingénieur en

chef des câbles sous-marins en 1899, directeur du matériel, inspecteur général en 1902, officier de la Légion d'honneur, enfin directeur général de l'office postal tunisien du 1er août 1908 au 31 décembre 1924.

Il fut non seulement le technicien génial dont les travaux sont rappelés dans l'article ci-dessus, mais aussi un administrateur de premier ordre. En Tunisie, il montra toutes les ressources de son esprit clair, ingénieux, méthodique. Sous son habile impulsion, avec des crédits très modestes et des effectifs fort réduits, il réorganisa les réseaux hâtivement construits et établit plus de 600 kilomètres de lignes en herse.

Il porta ses efforts sur la modernisation de l'exploitation téléphonique. Grâce à lui, les colons des régions les plus déshéritées purent être desservis par téléphone à des prix acceptables, grâce aux lignes associées à huit abonnés en dérivation, qu'il répandit largement. Dès son arrivée en Tunisie, il s'attacha à mettre en service un multiple à batterie centrale intégrale qui connut tous les perfectionnements d'automatisme possibles : au début de la guerre, l'organisation du réseau de Tunis était ainsi parvenue à l'apogée de ce qu'on peut attendre d'une exploitation manuelle.

Réduit, pendant la guerre, à ses seules ressources, privé de collaborateurs, ses deux ingénieurs ayant disparu (l'un mort, l'autre mobilisé), il se multiplia pour parer à toutes les difficultés, passant une partie de ses nuits à préparer la tâche du lendemain, organisant dans les forêts de Kroumirie des chantiers de poteaux, et fabriquant jusqu'à des plaques d'accumulateurs pour obvier à des défaillances chaque jour nouvelles. (*Renseignements adressés à la rédaction des* Annales *par M. Crouzet, inspecteur des services techniques de l'office tunisien, ancien collaborateur de M. Barbarat.*)

Compte-rendu des travaux et études du

LABORATOIRE NATIONAL DE RADIOÉLECTRICITÉ

au cours de l'année 1931,

présenté au Conseil supérieur du laboratoire

par C. GUTTON, directeur.

Un décret du 6 juin 1931 a rattaché au ministère des Postes et Télégraphes le Laboratoire national de Radioélectricité. Un Conseil, présidé par M. le général Ferrié, propose et approuve le programme technique des essais demandés tant par les Services de l'Etat que par l'industrie radioélectrique française, fixe les recherches d'ordre général qu'il est utile d'entreprendre.

Ce Conseil, où sont représentés l'Académie des Sciences, les divers services de l'Etat, l'industrie radioélectrique, les sociétés savantes, a décidé de rendre compte périodiquement dans les *Annales des Postes et Télégraphes* des recherches du Laboratoire.

Les unes sont relatives aux perfectionnements des méthodes de mesure nécessaires aux essais et étalonnages demandés au Laboratoire, les autres sont des études sur la technique des circuits à haute fréquence et la propagation des ondes électromagnétiques.

Méthodes de mesure.

Procédés de comparaison des étalons de fréquence. — M. Decaux, ingénieur, s'est occupé de cette question. Nous rappellerons que l'administration française des Postes et Télégraphes a été désignée par le Comité consultatif international des liaisons radiotélégraphiques comme administration centralisatrice pour la question « Comparaison des étalons de fréquence ». Le Laboratoire national, chargé par l'administration de cette étude, a été conduit, pour la mesure d'une même fréquence en fonction des étalons des divers pays, à expérimenter les trois procédés suivants :

1° Mesures simultanées dans les différents laboratoires nationaux de la fréquence d'une même émission radiotélégraphique ;

2° Transport dans les divers laboratoires d'un quartz piézoélectrique étalonné à Paris ;

3° Mesures simultanées de la fréquence d'un diapason du Laboratoire national modulant le poste radiotélégraphique de la tour Eiffel.

Ces recherches ont été poursuivies avec la collaboration du National Physical Laboratory en Angleterre, du Physikalisch-technische Reichsanstalt en Allemagne, du Laboratoire italien des Postes et Télégraphes et de l'Académie navale de Livourne.

Les résultats de toutes ces études ayant fait l'objet d'un rapport présenté au C.C.I.R. à Copenhague, nous nous bornerons à les indiquer sommairement ici.

Le premier procédé n'a permis les comparaisons qu'avec une précision de 1 à 2 cent-millièmes.

Les second et troisième donnent une précision dix fois supérieure et se sont montrés équivalents.

Le second nécessite le transport onéreux d'appareils délicats. M. Decaux s'est rendu en Allemagne et en Italie, puis, en compagnie de M. Jouaust, en Angleterre. De très bons résultats ont été obtenus ; mais il a été malheureusement constaté, lors du voyage en Italie, que l'étalon piézoélectrique pouvait souffrir du voyage et que sa construction en vue d'un transport devait être spécialement étudiée.

L'application du troisième procédé est beaucoup plus facile à mettre en œuvre. Elle a l'inconvénient de pouvoir être gênée par des brouillages. D'autre part, elle ne donne aucune indication sur les erreurs qui peuvent provenir de la comparaison ultérieure de la fréquence du diapason avec celle d'oscillations radioélectriques.

Les comparaisons effectuées ont montré que l'accord des divers laboratoires nationaux dans les mesures de fréquence est actuellement extrêmement bon. Les écarts constatés n'ont été que de l'ordre de quelques millionièmes.

L'administration des Postes et Télégraphes de l'U.R.S.S. ayant manifesté le désir de participer à ces études, le Laboratoire lui a fait parvenir un quartz piézoélectrique qui avait été étalonné à Paris.

Perfectionnements apportés aux procédés de mesure et aux fréquencemètres absolus. — Au cours de cette année, M. Decaux a beaucoup amélioré les procédés de mesure absolue de la fréquence et les appareils qui permettent de les mettre en œuvre.

Il n'utilise plus, pour la mesure du temps, un chronomètre dont on ne connaît la marche qu'à partir des signaux horaires transmis par T.S.F.. Le Laboratoire est relié par une ligne spéciale à l'Observatoire de Paris et l'on y reçoit les battements d'une des meilleures pendules, la 1372 Leroy. Le personnel du Bureau de l'heure nous en communique les correctives. Les variations de la marche de cette pendule n'atteignent que quelques millièmes de seconde par jour.

Un premier étalon de fréquence est constitué par un diapason à 1.000 périodes par seconde, fixé à un support aussi rigide que possible. Il est placé dans une enceinte thermostatique. Le courant d'entretien de ce diapason entraîne un moteur phonique et, par un train d'engrenages, une horloge dont on compare, par enregistrement graphique, la marche à celle de la pendule.

Comme second étalon, M. Decaux a monté un oscillateur piézoélectrique maintenu à température constante. En démultipliant ses oscillations par un double multivibrateur, on obtient un courant dont la fréquence est voisine de 1000 périodes par seconde. Il est alors possible, par une méthode de battements, de comparer les oscillations du quartz à celles du diapason et par suite à celles de la pendule. Un compteur automatique de battements permet d'opérer facilement sur des temps très longs. Afin de rendre ce second étalon indépendant du diapason, M. Decaux s'occupe de faire conduire par le quartz, après démultiplication de fréquence, une roue phonique et le mécanisme d'une horloge.

Le Laboratoire possèdera alors deux horloges électriques : l'une commandée par le diapason, l'autre par le quartz piézoélectrique. Ces deux étalons de fréquence étant de nature très différentes, tout désaccord indiquera un incident de marche de l'un ou de l'autre.

Depuis la réalisation de ces derniers perfectionnements, le National Physical Laboratory nous a demandé d'effectuer des mesures de fréquence d'un diapason modulant l'émission de la station radio-

téléphonique de Daventry. La mesure a également été faite au National Laboratory. L'accord moyen entre les résultats des deux laboratoires atteint deux dix-millionièmes.

Le Laboratoire national est donc en mesure d'effectuer des déterminations de fréquence avec une extrême précision et d'assurer, comme il en avait été chargé, la très exacte comparaison avec les mesures des autres établissements nationaux.

Les fréquencemètres absolus du Laboratoire ont récemment servi à étudier la stabilité d'un quartz destiné au maître oscillateur du poste de T.S.F. de la Société des nations.

Vérification et graduation des ondemètres. — Des ondemètres sont couramment apportés au Laboratoire pour y être étalonnés ou vérifiés. Entre janvier et décembre derniers, il a été vérifié 280 échelles d'appareils courants, 31 échelles d'appareils susceptibles de donner une précision de 1 /1000, 41 échelles à 1 /10000 et 38 quartz piézoélectriques.

Les appareils de haute précision sont directement comparés au quartz piézoélectrique étalon. M. Decaux a apporté d'importants perfectionnements à la méthode de comparaison qu'il employait jusqu'ici. Les oscillations du quartz sont modulées par un multivibrateur synchronisé sur l'un des sous-harmoniques de l'oscillateur à quartz. On obtient ainsi simultanément un très grand nombre de fréquences équidistantes, connues avec la même précision que celle du quartz. On les utilise à la vérification des ondemètres très précis. Elles servent aussi à la mesure de la fréquence d'émission des stations radiotélégraphiques.

Pour les appareils de précision moyenne, une comparaison avec un bon ondemètre, préalablement comparé à l'étalon, est suffisante. Mais, afin de garantir des étalonnages à 1 /1000, il faut que l'appareil de comparaison soit lui-même plus précis et atteigne 1 /10000. Pour les ondes courtes, le Laboratoire possède deux ondemètres S.F.R., que l'on compare à l'étalon toutes les fois qu'il est nécessaire. Pour les ondes moyennes ou longues, nous n'avons trouvé dans l'industrie aucun appareil qui nous donne satisfaction. M. Abadie s'occupe de le réaliser. Comme condensateur, on utilisera un conden-

sateur logarithmique que le Service géographique de l'armée a bien voulu monter sur un cercle de théodolithe. Des inductances, en nombre suffisant pour couvrir la gamme de 200 à 2000 mètres, seront constituées par des enroulements sur des cylindres de quartz. Afin d'éviter l'effet des variations de température, le bobinage sera fait sous tension. Nous espérons, d'après les essais faits jusqu'ici, atteindre la précision désirée ; mais les études de M. Abadie ont montré que l'influence du moindre dépôt d'humidité sur les isolants des condensateurs était susceptible de nuire à l'exactitude des mesures, en diminuant la résistance d'isolement. Il y a lieu d'étudier cette question et de chercher à éliminer les erreurs qui peuvent résulter de ces dépôts.

Mesures d'inductance et de capacité. — M. Abadie a amélioré les dispositifs servant aux mesures d'inductance et de capacité. Leur sensibilité permet actuellement une précision de 1 /10000.

Les étalons de capacité utilisés jusqu'ici n'ont pas une rigidité suffisante. Les études de M. Abadie ont permis d'établir un nouveau type d'étalon dont plusieurs exemplaires sont en construction.

Un nouvel étalon d'inductance est à l'étude.

Mesures des résistances en haute fréquence et des pertes diélectriques. — Pour la mesure des résistances en haute fréquence, M. Abadie a repris une méthode de zéro, basée sur l'emploi d'un transformateur différentiel, qui avait été abandonnée. Convenablement employée, elle donne de très bons résultats. On relie au milieu du secondaire du transformateur l'appareil de mesure et aux extrémités d'une part une résistance ohmique et d'autre part l'ensemble capacité et inductance en série dont on veut la résistance. On l'accorde sur la fréquence des oscillations du courant. Les extrémités libres des trois dérivations sont réunies ensemble. Dans ces conditions, il est possible de régler la résistance ohmique à une valeur pour laquelle l'appareil de mesure reste au zéro. Cette résistance est alors égale à celle que l'on cherche à déterminer. Cette méthode est précise et rapide. Un appareil définitif en montage

pourra aussi servir à connaître l'impédance d'entrée d'une lampe triode.

M. Abadie a fait, cette année, par les méthodes habituellement employées, un grand nombre d'essais de pertes diélectriques sur des échantillons dont l'industrie avait demandé l'examen.

Générateurs à haute fréquence étalonnés ; applications à la mesure du rayonnement des antennes et à l'étude des appareils récepteurs radiotélégraphiques et radiotéléphoniques. — M. David a continué l'étude et le perfectionnement des générateurs étalonnés. Il a mis au point des appareils fonctionnant sur ondes courtes, de sorte que le Laboratoire est en mesure de déterminer le rayonnement des antennes ou d'étudier les récepteurs dans toute la gamme des ondes utilisées en T.S.F..

Le générateur étalonné est un oscillateur symétrique à deux lampes ; un milliampèremètre permet de repérer l'amplitude de ses oscillations. La différence de potentiel, en haute fréquence, entre deux points de la bobine de grille symétriques par rapport à son milieu, est affaiblie dans un rapport connu par trois transformateurs sinusoïdaux dérivés de ceux qui ont été décrits par M. Mesny. Pour les plus petits affaiblissements, on n'utilise qu'un ou deux des transformateurs.

On étalonne l'appareil en mesurant l'affaiblissement avec un voltmètre amplificateur préalablement gradué en volts. Il est alors possible, pour une déviation donnée du milliampèremètre, de connaître, pour les diverses positions des secondaires des transformateurs, la force électromotrice induite dans le dernier enroulement de l'affaiblisseur.

Pour déterminer l'intensité du champ produit par une antenne, on installe un cadre à la station de réception et de ses dimensions on déduit sa hauteur de rayonnement. On a d'ailleurs soin de disposer en permanence, sur le circuit du cadre, le dernier enroulement de l'affaiblisseur. On reçoit un signal long sur un récepteur et sur un voltmètre amplificateur. On note la déviation du microampèremètre de ce dernier appareil. Après le signal, on fait osciller le générateur

étalonné et l'on règle l'affaiblissement jusqu'à obtenir la même déviation du microampèremètre. On connaît par suite la force électromotrice induite dans le cadre par le passage des ondes. De la hauteur de rayonnement, on déduit l'intensité du champ, en volts par mètre.

Il faut naturellement enfermer dans des boîtes métalliques parfaitement closes le générateur, l'affaiblisseur, les fils de jonction. Les accumulateurs ne sont pas enfermés, mais des filtres les séparent des appareils à haute fréquence.

Une installation de mesure du champ a été réalisée dans les locaux dont le Laboratoire dispose à l'Observatoire de Meudon. Il a été construit des appareils pour la Marine, les Postes et Télégraphes, l'Aéronautique, l'Observatoire de Zi-Ka-Weï.

Des mesures de rayonnement ont été effectuées par M. David, à la demande du Service des Phares et Balises, sur les radiophares de Gris-Nez, de Barfleur, et de Planier ; à la demande de la Marine, sur les émissions radiotélégraphiques des croiseurs Duquesne, Primauguet, Foch, du contre-torpilleur Panthère, du torpilleur Simoun et du sous-marin Marsouin.

Les générateurs étalonnés, en fournissant le moyen d'obtenir une force électromotrice très faible de grandeur connue, se prêtent à l'étude des appareils récepteurs et à la détermination de leur sensibilité et de leur sélectivité. Ils ont servi au Laboratoire à l'essai de récepteurs destinés à la Marine ou à l'Aéronautique.

Essais de lampes et de transformateurs. — Un grand nombre de triodes ont été essayées au Laboratoire. M. Galle a fait, en particulier, une étude très complète de lampes employées par le cinéma parlant. Il s'occupe actuellement de monter un oscillateur à ondes moyennes pour l'essai plus rapide des lampes d'émission puissantes.

Il a également essayé, pour l'industrie, des transformateurs à basse fréquence, en vue de déterminer comment le rapport de transformation varie avec la fréquence. Une hétérodyne musicale fournit le courant nécessaire à ces derniers essais. Cet appareil a été enfermé et réalisé de façon à avoir un fonctionnement parfaite-

ment stable. En s'en servant pour moduler les générateurs étalonnés de M. David, il permettra de déterminer la fidélité en basse fréquence d'un ensemble récepteur complet.

Recherches.

Tous les travaux dont il vient d'être question ont pour but l'étude et la mise en œuvre des méthodes nécessaires soit à la vérification des appareils de mesure, soit à la réalisation des essais demandés au Laboratoire tant par les Services de l'Etat que par l'industrie française.

Les ingénieurs du Laboratoire ont, en outre, poursuivi des recherches d'ordre scientifique et technique sur des questions intéressant la radioélectricité et la propagation des ondes électromagnétiques.

Etudes d'appareils radioélectriques. — Sur la demande de M. le général Ferrié, MM. Jouaust et Galle ont établi un dispositif d'enregistrement, sans liaison matérielle, des mouvements d'un pendule. Il est basé sur l'emploi d'une balance d'induction de Hughes. Cet appareil est en cours de montage sur une pendule à pression constante et va être installé en 1932 sur la pendule Riefler de l'Observatoire de Paris.

MM. Jouaust et Galle ont poursuivi des recherches sur les cellules photoélectriques et les amplificateurs destinés à l'enregistrement du passage des étoiles.

M. le Corbeiller, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes détaché au Laboratoire, a fait des recherches théoriques très complètes sur les conditions d'entretien des systèmes oscillants.

MM. Decaux et le Corbeiller ont étudié un oscillateur à tube à néon dans lequel le condensateur est mis en série avec le tube. On obtient des charges brusques du condensateur, suivies de décharges lentes par la résistance d'isolement du condensateur ou par une très grande résistance en dérivation sur ses armatures. On peut obtenir des périodes très longues, dont la détermination conduit à une mesure de la résistance d'isolement du condensateur. L'étude

mathématique de cet appareil a donné d'intéressants résultats sur les équations qui régissent les oscillations de relaxation.

M. David a réalisé un dispositif d'appel sélectif automatique.

MM. Gutton et Beauvais ont étudié les émetteurs à ondes très courtes. Ils ont trouvé qu'un oscillateur monté comme ceux de Barkhausen pouvait, pour les ondes au dessous du mètre, fournir deux régimes d'oscillation bien différents. Pour des potentiels négatifs de la plaque suffisamment grands, les lampes qui ont servi à ces essais donnent des ondes de 26 centimètres dont l'intensité seule dépend de l'accord du circuit oscillant, mais non la longueur d'onde. L'oscillateur ne fonctionne que si la pression dans l'ampoule de la lampe atteint au moins 1/1000 de millimètre de mercure. Pour des potentiels de la plaque voisins de celui du filament, on obtient des ondes d'environ 60 centimètres dont la longueur d'onde et l'intensité dépendent de l'accord du circuit oscillant. La présence de gaz ionisés dans l'ampoule n'est plus indispensable, car ce régime peut être obtenu pour les vides les plus poussés.

M. Galle a monté deux oscillographes cathodiques transportables pour permettre l'examen des phénomènes oscillatoires dans les stations de T.S.F..

Recherches sur la propagation des ondes. — Les signaux du poste de Saïgon sont souvent dédoublés. M. Jouaust a enregistré des signaux horaires de l'Indochine et a constaté un retard du second signal sur le premier égal à 0,067 seconde. Ce retard correspond à la différence de longueur des deux arcs du grand cercle terrestre qui passe par Paris et par Saïgon. La mesure du retard est assez précise pour que M. Jouaust ait pu en déduire diverses conséquences relatives à la propagation des ondes dans la haute atmosphère.

MM. Gutton et Jouaust ont poursuivi des essais d'enregistrement d'échos sur les couches ionisées de la haute atmosphère. Ces recherches ont donné quelques résultats, mais n'ont pu être poussées aussi loin qu'il serait désirable, car le Laboratoire ne dispose d'aucune station radiotélégraphique et est obligé d'avoir recours aux stations qui assurent un service télégraphique. Malgré l'aimable

collaboration du personnel de ces stations, il n'est pas possible, sans gêner ou arrêter leur service, de faire des essais suivis aux heures convenables, ni surtout de faire les modifications nécessaires à l'obtention de signaux très brefs. Il est à souhaiter, pour continuer cette étude et d'autres analogues, que le Laboratoire puisse disposer d'une station d'expérience.

MM. Gutton et Beauvais ont continué des recherches de laboratoire sur les propriétés diélectriques des gaz ionisés. Ils ont aussi étudié la réflexion des ondes très courtes des oscillateurs Pierret.

M. Guyot, collaborateur du Service des recherches de l'Aéronautique, a travaillé cette année au Laboratoire national. Il s'est occupé de la réflexion des ondes très courtes sur les milieux semi-conducteurs. Des expériences sur l'eau salée lui ont permis de chercher comment la proportion d'énergie réfléchie dépend de la conductibilité du miroir.

M. Guyot a montré que la réflexion d'ondes courtes sur le sol pourrait servir, par la brusque déviation d'un milliampèremètre, à avertir le pilote d'un avion que sa hauteur au dessus du sol n'est plus que d'une dizaine de mètres. Afin de ne plus être gêné par les murs du laboratoire et pour opérer à de plus grandes hauteurs, M. Guyot a remonté ses appareils dans le parc de l'Observatoire de Meudon. Ses installations viennent d'être terminées, et il compte les utiliser pour chercher s'il est possible de tirer parti de la propagation des ondes hertziennes pour faire des sondages aériens.

M. David a étudié un radiogoniomètre à ondes courtes du type Adcook à quatre antennes verticales. Cette étude, encore inachevée, a déjà donné des résultats.

Les déterminations de rayonnement, dont il a déjà été question, effectuées par M. David pour la Marine à Toulon et à Brest ont conduit à quelques résultats intéressants sur la propagation des ondes de 1000, de 200 et de 100 mètres jusqu'à des distances d'environ 450 kilomètres et sur l'influence d'un massif montagneux, la Corse en particulier, interposé entre l'émetteur et le récepteur.

Nous signalerons, pour terminer, que la Commission de normalisation des lampes triodes s'est réunie au Laboratoire et qu'après

échange de vues M. Jouaust a établi une liste des principaux types de lampes nécessaires au service de l'Etat. Cette liste a été communiquée aux constructeurs.

Enfin les ingénieurs du Laboratoire ont aidé la commission chargée de la vérification de la station Radio-Paris aux Essarts-le-Roi à faire les essais de rayonnement et de fonctionnement du nouveau poste de radiodiffusion.

***

On trouvera ci-dessous la liste des publications faites au cours de l'année par le Laboratoire national de radioélectricité :

B. Decaux. *Le fréquencemètre étalon absolu du L. N. R.* (*Onde électrique*, t. 9, n° 106, octobre 1930).

C. Gutton et G. Beauvais, *Sur la réflexion des ondes électromagnétiques par les résonateurs* (*C.R. Acad. des Sc.*, t. 191, p 1418, décembre 1930 et *Bull. de la Sté fse de physique*, janvier 1931).

R. Jouaust et B. Decaux, *Sur la comparaison à distance de la fréquence des diapasons* (*C. R. Acad. des Sc.*, t. 192, janvier 1931).

Gal G. Ferrié, *Transmissions radiotélégraphiques et radiotéléphoniques, sur ondes très courtes* (*Annales des P.T.T.*, avril 1931).

P. David, *Générateur bigrille stabilisé* (*C.R. Acad. des Sc.*, t. 192, p. 1209, mai 1931).

R. Jouaust et N. Stoyko, *La propagation des ondes radioélectriques courtes* (*C. R. Acad. des Sc.*, t. 192, p. 1207, mai 1931).

P. David, *Générateur de forces électromotrices étalonnées sur ondes courtes* (*Onde électrique*, t. 10, p. 233, juin 1931).

P. David, *L'évolution des appareils de réception* (*La Science moderne*, p. 301, juin 1931).

B. Decaux, *Un fréquencemètre à quartz piézoélectrique avec modulation synchrone* (*C.R. Acad. des Sc.*, t. 192, juin 1931).

B. Decaux et Ph. le Corbeiller, *Sur un système électrique auto-entretenu utilisant un tube à néon* (*C.R. Acad. des Sc.*, t. 192, octobre 1931).

P. David, *Guidage radioélectrique des navires et aéronefs* (*Revue Scientifique*, p. 553, septembre 1931 et p. 592, octobre 1931).

B. Decaux, *Visite de quelques laboratoires étrangers à l'occasion de comparaisons internationales de fréquences* (Communication à la Sté des Amis de la T.S.F., novembre 1931).

C. Gutton et G. Beauvais, *Sur les oscillateurs à ondes très courtes* (*C. R. Acad., des Sc.*, t. 193, p. 759, novembre 1931).

C. et H. Gutton, *Sur les propriétés des gaz ionisés et la propagation des ondes radiotélégraphiques dans la haute atmosphère* (*3e rapport de la Commission instituée pour l'étude des relations entre les phénomènes solaires et terrestres*, Londres, 1931).

C. Gutton, *Sur les propriétés des gaz ionisés et la propagation des ondes radiotélégraphiques dans la haute atmosphère* (Communication à l'Union radioscientifique internationale, Copenhague, 1931).

Ph. le Corbeiller, *Sur les oscillations des régulateurs et des lampes triodes* (en hollandais) (*Tijdschrift van het Nederlansche Radiogersetschap*, février 1931).

Ph. le Corbeiller. *Les systèmes autoentretenus et les oscillations de relaxation* (*Conférences du Conservatoire des arts et métiers*, Hermann, décembre 1931).

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur un système électrique auto-entretenu utilisant un tube à néon (B. Decaux et Ph. le Corbeiller, *C.R. acad. sciences*, 26 octobre 1931.) — 1. Si l'on monte en série une batterie de piles, un tube à néon et un condensateur, on observe, pour des valeurs convenables des constantes des organes employés, des éclats brefs du tube, séparés par une extinction de longue durée. Par exemple, avec une tension de 200 volts et un condensateur de 6 microfarads, présentant une résistance de fuite de 20 mégohms, une lampe veilleuse de type courant fournit des éclats espacés d'environ 20 secondes.

Chaque période du phénomène comporte deux phases. Pendant la première, le condensateur se charge rapidement à travers la résistance offerte par le tube à néon allumé ; la tension aux bornes de celui-ci baisse jusqu'au seuil d'extinction v_e. Pendant la seconde, le condensateur se décharge lentement sur sa résistance de fuite ; la tension aux bornes du tube croît jusqu'au seuil d'allumage $v_n > v_e$.

Ce raisonnement conduit, en assimilant à une ligne brisée la caractéristique de la lampe à néon, à des calculs simples dont les résultats quantitatifs sont en bon accord avec l'expérience.

2. On a admis, dans ce qui précède, que les régimes de charge et de décharge se substituaient l'un à l'autre instantanément avec discontinuité des courants. La continuité de ceux-ci est, en réalité, assurée par la self-induction du circuit entier, qui a une valeur très petite mais non nulle. Si, pour tenir compte de cet effet, on suppose qu'une self-inductance L, de valeur quelconque, soit en série dans le circuit, et qu'on représente par

$$v - v_0 = -\rho\,(i - i_0) + \gamma\,(i - i_0)^3$$

la caractéristique d'une résistance non linéaire équivalente au tube

à néon, on trouve que la partie variable i du courant total $i_0 + i$ satisfait à l'équation non linéaire du second ordre

$$\frac{d^2 i}{dt^2} - \frac{1}{L}(\rho - 3\gamma i^2)\frac{di}{dt} + \frac{i}{CL} - \frac{1}{CLR}(\rho i - \gamma i^3) = 0, \quad (1)$$

qui représente cette fois la totalité du phénomène.

Remplaçant i et t par des variables sans dimensions y et x, on amène cette équation à la forme

$$y'' - \varepsilon(1 - y^2)y' + y - k\left(y - \frac{y^3}{3}\right) = 0, \quad (2)$$

où ε et k sont des constantes positives, la seconde inférieure à l'unité.

3. On utilise ordinairement, pour obtenir à partir d'un tube à néon un phénomène périodique, un montage différent, en vertu duquel un condensateur se décharge lentement à travers une résistance en série avec lui, et se décharge brusquement dans un tube à néon monté en parallèle. M.B. van der Pol (1) a rattaché ce dernier phénomène périodique, ainsi qu'un grand nombre d'autres, à l'équation

$$y'' - \varepsilon(1 - y^2)y' + y = 0, \quad (3)$$

dont l'équation (2) ne diffère que par la présence du terme supplémentaire $k\left(y - \frac{y^3}{3}\right)$.

L'existence d'une solution périodique unique de l'équation (3) a été démontrée par M. Liénard (2). Une telle solution correspond à une courbe intégrale fermée (ou cycle limite) de l'équation du premier ordre.

$$\frac{dy}{z} = \frac{dz}{\varepsilon(1 - y^2)z - y}. \quad (4)$$

En s'appuyant sur ce résultat, on peut démontrer l'existence d'une solution périodique unique de l'équation (2). Celle-ci, en effet, correspond à l'équation

$$\frac{dy}{z} = \frac{dz}{\varepsilon(1 - y^2)z - y + k\left(y - \frac{y^3}{3}\right)}, \quad (5)$$

---

1. B. van der Pol, *Ueber Relaxationsschwingungen* (*Zeitschrift für Hochfrequenztechnik*, 28, 1926, p. 178, et 29, 1927, p. 114).

2. A. Liénard, *Etude des oscillations entretenues* (*Revue générale d'électricité*, 23, 1928, p. 901 et 946).

et l'on voit aisément que la présence du terme supplémentaire ne modifie pas les relations de situation entre les courbes sphériques que considère la théorie de Poincaré.

4. On a donc ainsi l'explication complète, mathématique et physique, du phénomène observé.

L'étude précédente fournit une méthode simple de mesure de la résistance de fuite d'un condensateur, d'un emploi plus pratique que les méthodes habituelles.

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

711.676. Perfectionnements aux systèmes pour l'interconnexion d'appareils télégraphiques dans des bureaux centraux (Le Matériel téléphonique, France).

711.720. Perfectionnements aux systèmes télégraphiques et aux appareils y destinés (Creed and company, Angleterre).

711.721. Perfectionnements aux systèmes et appareils télégraphiques (Creed and company, Angleterre).

712.022. Circuits sélectifs de contrôle pour l'interconnexion de stations télégraphiques sur une ligne de transmission commune (Le Matériel téléphonique, France).

Téléphonie.

711.510. Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

711.516. Perfectionnements aux modulateurs (Telefonaktiebolaget L.M. Ericsson, Suède).

711.614. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske aktiengesellschaft, Allemagne).

711.615. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske, Allemagne).

711.711. Eclateur destiné à la production d'oscillations électriques ultra-courtes (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

711.798. Dispositif empêchant l'appel dans les téléphones automatiques (O. Weinreb et M. Gyulai, Hongrie).

711.801. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske, Allemagne).

711.962. Poste de secours établi sur une ligne téléphonique à grande distance (Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

711.990. Perfectionnements aux dispositifs pour la distribution du trafic interurbain dans les systèmes pour bureaux centraux téléphoniques (Le Matériel téléphonique, France).

712.006. Dispositif compensateur de phases pour systèmes électriques de transmission de signaux (Le Matériel téléphonique, France).

712 130. Dispositif de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske, Allemagne).

712.272. Installation de télécommande et de télésignalisation (Allgemeine Elecktricitätsgesellschaft, Allemagne).

712.321. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Le Matériel téléphonique, France).

712.328. Arrangements de circuits pour systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

712.343. Perfectionnements aux tablettes à clés pour systèmes téléphoniques ou autres systèmes analogues (Le Matériel téléphonique, France).

712.347. Dispositif pour le trafic à haute fréquence sur lignes électriques (Allgemeine Elektricitätsgesellschaft, Allemagne).

712.516. Couvercles protecteurs pour panneaux à relais ou autres appareils électriques semblables (Le Matériel téléphonique, France).

712.517. Arrangements de circuits pour répéteurs pourvus de circuits de cordon, utilisés dans les systèmes téléphoniques interurbains (Le Matériel téléphonique, France).

39.198. Appareils de raccordement pour la répartition et la distribution des réseaux téléphoniques souterrains et aéro-souterrains (E. Aurar, France) (3e addition au brevet n° 651.314).

Transmission des images.

711.773. Procédé de réception d'images à distance et appareil pour l'exécution de ce procédé (P. Longuemare, France).

712.674. Perfectionnements aux systèmes de transmission d'images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

Afin de remédier au « flou » dans la réception radiophototélégraphique des petits caractères imprimés (flou dû à l'effet des réflexions sur la couche de Heaviside, d'où résultent des interférences entre des signaux transmis par plusieurs voies simultanément), on utilise deux ondes porteuses transmettant respectivement l'une les « blancs » et l'autre les « noirs » du texte imprimé à transmettre.

Du côté récepteur, on a deux triodes recevant l'une les signaux blancs et l'autre les signaux noirs ; la résistance placée dans le circuit de grille d'une des triodes est raccordée à travers un condensateur à la résistance placée dans le circuit de plaque de l'autre triode et vice versa.

En l'absence de tous signaux, les grilles des 2 triodes sont polarisées de manière à couper ; à l'instant où doit cesser le courant de signal « noir » le récepteur des signaux « blancs » reçoit le signal blanc, et une tension adéquate (prise aux bornes de la résistance du circuit de plaque de la triode réceptrice des signaux blancs) est appliquée pendant un temps assez court au circuit de grille de la triode réceptrice des signaux noirs afin de provoquer la coupure brusque du courant débité. De cette manière l'extrémité de chaque signal noir est nettement tranchée.

Les condensateurs précités, interposés dans les jonctions entre les deux triodes, ont pour but de n'appliquer les polarisations

auxiliaires que pendant peu de temps afin que, après chaque signal, le dispositif soit prêt à recevoir le signal suivant.

Radiocommunications.

711.559. Perfectionnements aux dispositifs de commutation électrique à manipulateurs (Associated Telephone and Telegraph Company, Etats-Unis).

711.691. Elimination des perturbations produites dans les récepteurs d'ondes hertziennes par l'alimentation sur le réseau (H.-J.-J.-M. de Regnauld de Bellescize, France)

711.743. Perfectionnements aux récepteurs à changement de fréquence (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

711.762. Perfectionnements aux systèmes de signalisation par ondes (British radiostat corporation, Angleterre).

711.848. Couplage de manœuvre à compensation avec courbes réglables pour deux circuits en haute fréquence différents dans les postes récepteurs de T.S.F. (Marggraf Kurt, Allemagne).

711.899. Perfectionnements aux dispositifs électromagnétiques, notamment pour la reproduction des sons (Wirelessmusic, Angleterre).

711.950. Aériens symétriques éliminant les perturbations dues à l'alimentation des récepteurs d'ondes hertziennes par le réseau (H.-J.-J.-M. de Regnault de Bellescize, France).

711.963. Perfectionnements aux haut-parleurs électrodynamimiques (Gauthier de Poix, France).

712.000. Perfectionnements aux récepteurs d'oscillations de haute fréquence (invention R. Barthélemy) (Société des Etablissements Péricaud, France).

712.224. Equipement auxiliaire à monter en avant des appareils récepteurs de télégraphie sans fil pour réaliser le couplage d'antennes le plus favorable (Fritz Koch, Allemagne).

712.529. Perfectionnements aux postes émetteurs de T.S.F. (La Radio-Industrie, France).

712.588. Dispositif de réception et de reproduction des oscillations acoustiques (N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

712.610. Poste radiotéléphonique, émetteur et récepteur, à ondes courtes (M. Cotteret, France).

712.692. Antenne pour radiotélégraphie ou radiophonie (Compagnie française Blaw-Knox, France).

712.708. Récepteur de radiodiffusion (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

39.154. Perfectionnements aux émetteurs de télégraphie et de téléphonie sans fil (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (2e addition au brevet n° 685.268).

39.195. Système de contrôle à distance pour appareil de T.S.F. et autres instruments (W. P. Crilly, Etats-Unis) (1re addition au brevet n° 682.929).

DIVERS.

711.667. Appareil retardateur électroacoustique (Ilia Podliasky, France).

39.213 et 39.240. Perfectionnements aux dispositifs à décharge électrique (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (2e et 3e additions au brevet n° 703.965).

BIBLIOGRAPHIE.

Electric circuit analysis, par M. G. Malti. Londres, Chapman and Hall, 1930. 1 vol. in-8° de 389 pages, avec figures et tables numériques. — Prix : 22sh 6d.

Ce volume est la reproduction d'un cours fait notamment à l'université de Cornell, aux Etats-Unis. Il traite du calcul des réseaux, sans dépasser un niveau élémentaire. Les douze premiers chapitres sont consacrés à étudier pas à pas les diverses combinaisons possibles de résistances, de self-inductances et de capacités, en série et en parallèle, jusqu'à ce que l'on sache traiter un réseau de quelques mailles, soumis à des forces électromotrices sinusoïdales de même fréquence (les filtres ne sont pas abordés). Les deux chapitres suivants traitent de l'analyse harmonique ; les deux chapitres suivants de réseaux triphasés ; les deux suivants, du régime transitoire (exponentiel en fonction du temps) ; le dernier chapitre seulement aborde et traite de façon succincte le problème de la ligne homogène à constantes réparties. Ce cours s'adresse évidemment à de futurs ingénieurs électriciens, et non téléphonistes, et l'on suppose que les questions de transmission leur importent peu. Le programme est, en ce cas, bien conçu : mais la lenteur désespérante avec laquelle sont traitées des questions si simples surprend le lecteur français. Quelques points particuliers sont traités d'une manière originale et méritent d'être signalés ; tels sont : le choix d'un sens pour les différences de tension (question trop souvent négligée en régime alternatif) ; un chapitre (le chapitre IX) sur les lieux géométriques de points particuliers d'un diagramme, lorsqu'une des caractéristiques du circuit est variable (ici encore, traitement tout élémentaire ; mais il n'en est que plus remarquable que la question soit signalée) ; des tables numériques étendues, à quatre décimales, permettant l'analyse harmonique jusqu'à l'harmonique sept ; et quelques autres. P. L. C.

Les machines à courant continu, par R. Langlois-Berthelot, ingénieur en chef des services techniques aux Forges et ateliers des constructions électriques de Jeumont. Paris, Gauthier-Villars, 1931. — Prix : 75 francs.

Cet ouvrage rassemble, sous une forme adaptée aux besoins de l'ingénieur, les propriétés des machines à courant continu, leurs moyens de contrôle et leurs principales applications. L'étude approfondie des questions de commutation, de bobinage, de distorsion, est laissée de côté, ainsi que le détail d'exécution de ces machines. Les chapitres I à V reprennent rapidement les notions connues : propriétés générales, équations en régime permanent, étude du fonctionnement sur réseau à tension constante et en marche autonome, calcul électrique d'une machine. Le chapitre VI est consacré aux régimes variables et donne des indications précises sur différents problèmes qui sont à l'ordre du jour, tels que mise sous tension brusque d'un moteur, auto-excitation d'une machine, machines à deux et trois excitations débitant sur circuit inductif, etc... Le chapitre VII analyse tous les schémas spéciaux d'usage courant (survolteurs, groupe Léonard, etc...). Le chapitre VIII est réservé à diverses applications, telles que traction, laminage, levage, extraction, etc... Le chapitre IX traite du contrôle (dispositifs de sécurité et de protection, mise en route à distance, démarrage automatique). L'ouvrage se termine par une introduction à l'étude des machines à courants alternatifs et une comparaison de ces dernières avec les machines à courant continu. H. S.

Cours d'électricité théorique, par J.-B. Pomey : tome III. Paris, Gauthier-Villars, 1931. 1 vol. in-8° de 315 pages. — Prix : 90 francs.

M. Pomey a réuni, dans le 3e volume de son *Cours d'électricité théorique*, un certain nombre de questions qui ont fait l'objet, à des titres divers, de son enseignement au cours de ces dernières années.

Deux groupes de chapitres, consacrés l'un à la théorie de la relativité, l'autre à la propagation sur les câbles téléphoniques, constituent la majeure partie de l'ouvrage. Le premier comprend les cha-

pitres IV à VII. Les chapitres IV, V, VII exposent la mathématique de la relativité, prise du point de vue abstrait de la géométrie d'un espace riemannien ; le chapitre VI présente la théorie relativiste du champ électromagnétique. Il y a là un noble effort pour présenter aux télégraphistes, pressés par l'urgence des réalisations techniques, des théories scientifiques d'une incontestable beauté.

Le second groupe de chapitres (chap. VIII à XI) traite de questions d'un intérêt plus immédiat. Le chapitre VIII expose d'abord le calcul de la constante de propagation d'une ligne chargée présentant de la distorsion en phase, d'après Küpfmüller. Il étudie ensuite l'équilibrage des câbles à quartes combinables ; puis la méthode de Küpfmüller pour la localisation d'une bobine défectueuse. Il se termine par le calcul de l'affaiblissement effectif d'une liaison, notion utilisée pour l'assimilation d'un relais à un quadripôle actif.

Le chapitre IX étudie d'abord, d'un point de vue élevé, la théorie des filtres ; puis la théorie élémentaire d'un circuit L, R, C, d'après Kennelly, comme introduction à l'étude de la variation, en fonction de la fréquence, de l'impédance d'un réseau purement inductif.

Le chapitre X étudie la génération du courant alternatif dans une triode à circuit oscillant et plaque ; puis il donne les propriétés fondamentales des oscillations de relaxation, d'après van der Pol. On étudie ensuite le relais Gulstad, dans le fonctionnement duquel intervient une oscillation de relaxation. Des remarques de M. Kloss, de Berlin, sur le rôle du sens d'enroulement des bobines, viennent ensuite ; on termine par la démonstration du théorème de Hurwitz sur les conditions pour qu'une équation ait toutes ses racines à gauche de l'axe imaginaire.

Le chapitre XI traite du régime transitoire dans un circuit électrique. Il s'ouvre par la très jolie méthode, donnée par M. Pomey en 1911, pour l'obtention de l'intégrale générale d'une équation différentielle d'ordre quelconque, à coefficients constants et dont le second membre est une fonction arbitraire. Les méthodes de van der Pol et de Carson viennent ensuite, celle-ci plus longuement commentée. Un intéressant calcul montre comment s'introduit

la fonction de Bessel d'ordre zéro dans l'expression du courant à l'entrée d'un filtre infiniment long.

Nous avons laissé de côté les premiers chapitres de l'ouvrage. Les chapitres I et III reprennent des questions (champ électromagnétique, diélectriques) déjà traitées dans les volumes précédents et les présentent sous une forme plus moderne et aussi plus condensée. Le chapitre II traite de diverses questions de radiotélégraphie (propagation des ondes hertziennes, rayonnement d'une antenne quart d'onde, antenne Beverage) et du champ d'un circuit électrique avec retour par le sol.

Cette sèche énumération donnera pourtant, espérons-nous, une idée des richesses contenues dans ce volume. Les ouvrages de M. Pomey sont, au reste, assez connus pour qu'un nouveau volume n'ait besoin d'autre présentation que sa table des matières. Les télégraphistes de tous les pays se nourriront de celui-ci comme ils ont fait des précédents, et le temps que nous autres lecteurs mettrons à nous l'assimiler permettra à l'auteur, il faut le souhaiter, de rédiger le tome IV de son *Cours d'électricité théorique*.

P. L. C.

Manuel-agenda du personnel des Postes, Télégraphes et Téléphones : 4e année, par R. Menou, G. Calvel et L. Naud. Paris, Courrier des examens, 1832. 1 vol. in-16 de 290 pages, plus l'agenda. — Prix (relié en toile) : 10 francs.

Cet excellent petit ouvrage, qui fut publié pour la première fois en 1929, obtient tous les ans un succès bien mérité auprès du personnel de tous grades de l'administration des Postes et Télégraphes. Il est, chaque année, tenu parfaitement à jour des modifications apportées pendant l'année précédente, soit à l'organisation générale de l'administration, soit à la réglementation visant l'état du personnel. En dehors d'un agenda, où l'on dispose de deux pages pour chacune des semaines de l'année en cours, ce manuel contient tous les renseignements essentiels susceptibles d'intéresser la personne des agents de toutes les catégories. Ces renseignements, puisés dans les multiples documents administratifs, textes de lois, arrêtés, circulaires, instructions et bulletins officiels, sont présentés avec clarté. Tels quels, ils

peuvent généralement suffire à satisfaire aux besoins du lecteur, qui y trouvera d'ailleurs de nombreuses références lui permettant, au besoin, de retrouver facilement les textes officiels. Pour ceux de nos lecteurs qui n'auraient pas encore eu l'occasion de feuilleter une des éditions précédentes, nous citerons les titres des principaux chapitres du manuel : Organisation administrative : administration centrale, services extérieurs ; Organisation financière et comptable : budget annexe, comptabilité ; Recrutement du personnel ; Législation : nominations, mutations, dérogations, avancement, absences et congés, discipline, pensions, jurisprudence administrative ; Emoluments du personnel : traitements, indemnités ; Taxes postales, télégraphiques et téléphoniques ; La mutualité dans l'administration des P.T.T.

F. D.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

EVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 12-1-32.

Organisation du service téléphonique de L'EXPOSITION COLONIALE INTERNATIONALE de Paris 1931,

par J. MAILLEY,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

Le téléphone, système nerveux de toute exploitation moderne, est particulièrement indispensable dans une exposition, pour assurer le contact permanent entre les services administratifs, la transmission rapide et sûre des renseignements et des ordres, pour établir la liaison entre les exposants et leurs maisons mères, leurs clients et leurs fournisseurs, pour offrir aux visiteurs les facilités d'appel des postes publics.

Le service téléphonique de l'Exposition coloniale a été organisé avec la collaboration des services techniques de l'administration des Postes et Télégraphes et a fait l'objet d'une concession, qui fut attribuée après concours. L'administration des Postes et Télégraphes a assuré directement, d'autre part, la pose du réseau de câbles intérieurs.

Les différents travaux de construction furent entrepris à partir de décembre 1930 ; la démolition a été totalement terminée à la fin de janvier 1932.

I. Conférences préliminaires et conventions. — Les conférences préliminaires en vue de fixer l'organisation des services postaux, télégraphiques et téléphoniques de l'Exposition coloniale eurent lieu les 6, 8 et 9 novembre 1929.

Aux termes de la convention conclue en novembre 1929 entre le commissariat général de l'exposition et l'administration des Postes et Télégraphes, le service téléphonique de l'exposition devait comprendre :

1° un central automatique privé assurant les communications intérieures de l'exposition et les communications à destination ou en provenance du réseau de l'Etat : l'emplacement du central devait être désigné par le commissariat général, qui devait choisir, en outre, un système d'exploitation automatique après accord avec l'administration ; l'installation et l'exploitation du réseau

intérieur de l'exposition devaient être assurées par un concessionnaire ; le commissariat général pouvait toutefois faire appel, pour la pose des câbles intérieurs, à l'administration moyennant le remboursement du prix de revient majoré de 15 % ;

2° vingt à trente cabines à encaissement automatique, reliées directement au réseau général et disséminées à l'intérieur de l'exposition : le commissariat général devait traiter, pour leur établissement et leur exploitation, avec un concessionnaire ;

3° quinze à vingt cabines téléphoniques automatiques et manuelles, reliées au réseau général dans le bureau temporaire principal, ainsi que quatre cabines dans chacun des bureaux annexes (section Algérie—Tunisie—Maroc, section étrangère, section métropolitaine) ;

4° un réseau de sécurité, dont l'organisation incombait au commissariat général.

Le commissariat général avait la faculté de demander la collaboration technique des fonctionnaires de l'administration pour l'établissement et l'exploitation de tout le réseau téléphonique intérieur.

II. Organisation prévue. — La coexistence, dans l'enceinte de l'exposition, de postes privés et de postes reliés au réseau de l'Etat a conduit, pour des raisons d'économie, à l'exécution d'un réseau de câbles d'ossature établi par l'Etat pour le compte de l'Exposition et dont les câbles étaient utilisés simultanément par les lignes du réseau intérieur de l'exposition et par les lignes directes du réseau général. Il fut décidé que ce réseau de câbles serait établi par l'administration des Postes et Télégraphes aux frais de l'exposition à partir du central de l'exposition et des sous-répartiteurs jusqu'à un certain nombre de points de concentration à quatorze paires, répartis dans l'enceinte de l'exposition. De ces points de concentration, divergeaient les lignes du réseau téléphonique intérieur, établies par le concessionnaire du service téléphonique, les lignes établies par l'administration pour les postes reliés au réseau général et les lignes des avertisseurs de sécurité police-pompiers.

La concession du service téléphonique intérieur de l'exposition fit l'objet d'un cahier des charges très précis et très détaillé, établi par les ingénieurs du Service téléphonique de Paris suivant les directives du commissariat général. Le cahier des charges prévoyait l'établissement d'un autocommutateur à 700 lignes et d'un meuble manuel de liaison qui permettait le mode d'exploitation suivant. Les communications intérieures de l'exposition devaient être entièrement automatiques. Les numéros des abonnés étaient prévus à trois chiffres appartenant aux centaines 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

Pour les communications urbaines et suburbaines de départ, les postes de l'exposition devaient être à même de prendre directement le réseau général en composant le chiffre 9. Après envoi de ce chiffre, l'abonné demandeur attendait de percevoir le signal de numérotage pour composer les trois lettres et les quatre chiffres du numéro demandé.

Les communications régionales et interurbaines de départ s'obtenaient par composition du chiffre 0. L'appel de l'abonné devait aboutir devant une opératrice du central de l'exposition, qui ne donnait suite à la demande que si le poste demandeur possédait une provision suffisante entre les mains du concessionnaire. Les communications à l'arrivée devaient aboutir, devant une opératrice du central de l'exposition, sur des monocordes permettant le test et munis d'une lampe d'appel, d'une clef d'écoute et d'une clef d'appel.

La détermination du nombre des lignes nécessaires entre le central de l'exposition et le réseau de l'Etat devait être arrêtée d'accord avec la direction des Services téléphoniques de Paris.

Le bâtiment du central téléphonique devait être construit par le concessionnaire et à ses frais sur un emplacement de 140 à 200 mètres carrés, mis gratuitement à sa disposition.

Le concessionnaire avait la charge de l'établissement du réseau de lignes téléphoniques nécessaires au service téléphonique au delà des points de concentration établis par l'Etat, des postes téléphoniques, tableaux et accessoires nécessaires aux abonnés du service téléphonique concédé.

Le concessionnaire devait assurer, à ses frais, l'exploitation

et l'entretien du bureau central et du réseau téléphonique privé de l'exposition et était responsable vis à vis de la clientèle téléphonique de l'exposition, avec laquelle il devait traiter directement dans les mêmes conditions que l'Etat envers ses abonnés. Les tarifs d'abonnements fixés au cahier des charges étaient prévus au régime forfaitaire. Ils comprenaient une part contributive d'établissement et une redevance mensuelle, conformément au tableau suivant :

	POSTES			
	permanents.		temporaires.	
	Part contributive forfaitaire.	Redevance mensuelle.	Part contributive forfaitaire.	Redevance mensuelle.
a) Poste principal.	600f	150f	600f	200f
b) Poste principal souscrit dans le même contrat, par un même exposant, pour un même stand ou pavillon, par poste en sus du premier	400	100	400	135
c) Poste secondaire sur les postes principaux ci-dessus	200	75	200	100

Les parts contributives et redevances mensuelles ci-dessus étaient majorées des deux tiers pour les postes mis à la disposition du public ou souscrits par un groupe d'exposants.

Les tarifs indiqués comportaient la gratuité des communications intérieures et des communications urbaines et suburbaines.

Le prix des communications régionales, interurbaines et internationales restait à la charge de l'abonné en sus de ses redevances mensuelles. Les postes de service de l'exposition bénéficiaient d'une réduction de 50 % sur le tarif appliqué aux abonnés de l'exposition.

Le concessionnaire devait publier un annuaire des abonnés de l'exposition, remis gratuitement à ces derniers.

En rémunération des apports effectués et des charges supportées par l'Exposition (emplacement du central, utilisation des câbles établis par l'Etat aux frais de l'exposition, etc...), l'exposition devait être créditée par le concessionnaire des sommes suivantes :

a) 200 francs sur la part contributive pour les postes au delà des 300 premiers postes (les postes à tarif réduit ou majoré étant comptés au prorata, mais abstraction faite des postes de service de l'exposition) ;

b) 70 francs sur la redevance mensuelle des postes principaux d'abonnés à tarif normal (les postes à tarif réduit ou majoré étant comptés au prorata, mais y compris les postes de service de l'exposition).

III. Etude du réseau primaire des câbles. — Le réseau primaire comporta l'établissement par l'administration des Postes et Télégraphes du répartiteur général du central téléphonique de l'exposition et de deux sous-répartiteurs.

Le répartiteur général fut équipé par douze têtes de câbles à 112 paires, soit dix têtes pour abonnés et deux têtes auxiliaires de jonction avec le central Diderot.

Du répartiteur général et des sous-répartiteurs, partaient les câbles de distribution, terminés à des points de concentration généralement à 14 paires (fig. 1), à savoir :

4 points de concentration	à	28 paires,
62	»	14 paires,
12	»	7 paires.

La détermination préliminaire de la position topographique et de l'importance à donner aux points de concentration était une opération délicate [1], dont devait dépendre, par la suite, la plus ou moins grande facilité de raccordement des lignes à établir. Une prévision de l'emplacement des futurs abonnés fut établie avec

1. Surtout du fait que beaucoup d'abonnés ne se révélèrent qu'au dernier moment.

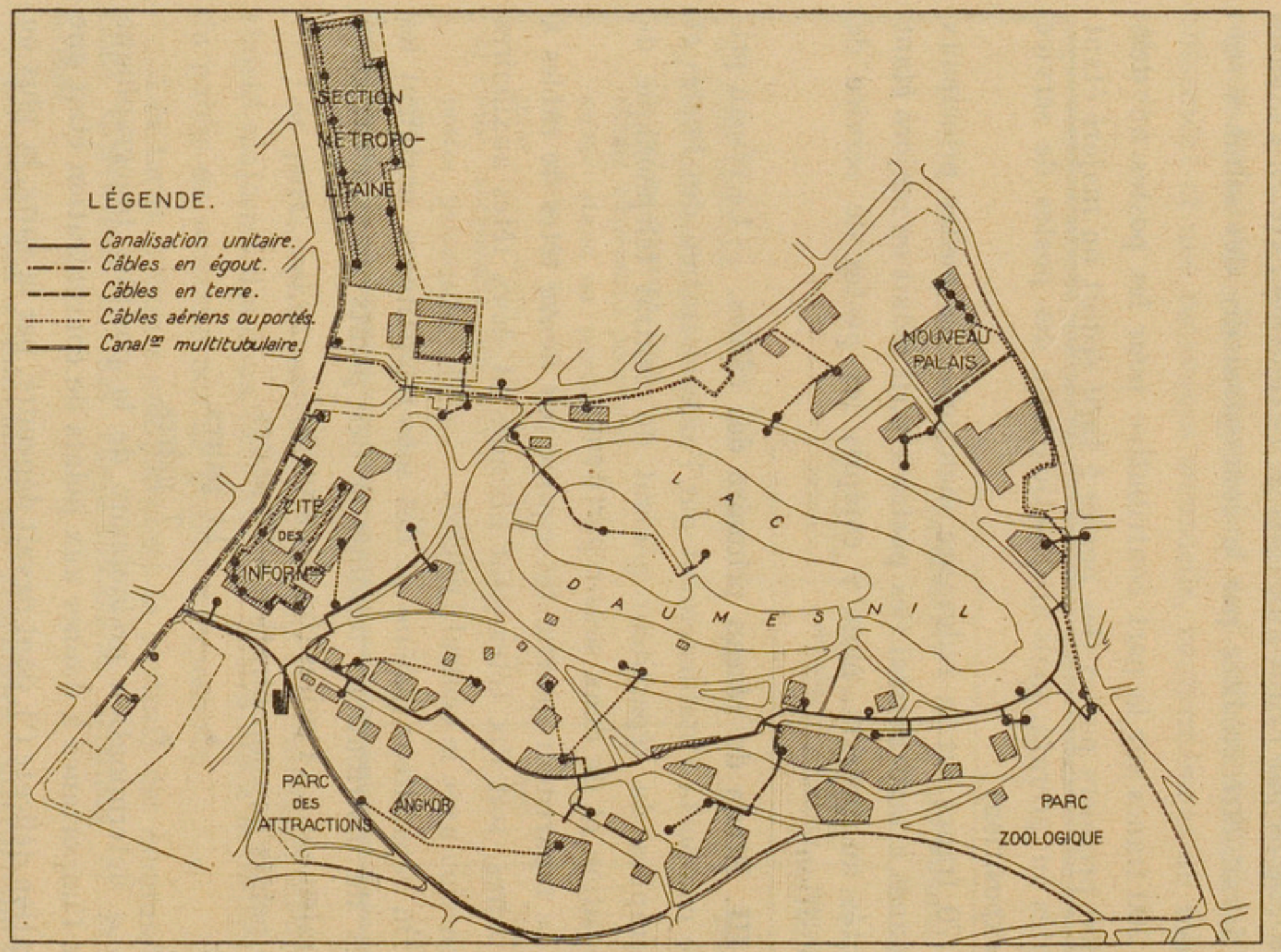


Fig. 1. — Réseau de câbles et canalisations téléphoniques de l'exposition.

soin lo
rences
colonia
sieurs
imprév
être c
points
sita qu
huit po
cinq à
de l'ex
put être
disponi
vue de

Le
mise en
disponil
du résea
très sat
obligé d

IV.

— Les t
avec un
bobines
été choi
adoptée
contact
portant
rement.

Les
ou en ég
aériens p
rapide, c
tion colo
où les câb

soin lors des études préliminaires et rectifiée à la suite de conférences avec la direction de l'Exploitation technique de l'exposition coloniale. Malgré l'extrême difficulté de semblables prévisions plusieurs mois avant l'ouverture d'une exposition dont le succès reste imprévisible et dont les détails d'organisation ne peuvent encore être complètement précisés, le projet définitif du réseau et des points de concentration issus des diverses prévisions ne nécessita que des retouches insignifiantes. C'est ainsi que seulement huit points de concentration nouveaux (dont trois à 14 paires et cinq à 7 paires), soit 7,3 %, durent être établis après l'ouverture de l'exposition. Au surplus, la construction de ces têtes de ligne put être effectuée d'une façon extrêmement rapide sur des amorces disponibles en conduites au voisinage immédiat et ménagées en vue de parer à tout imprévu.

Le taux moyen d'utilisation des câbles de distribution, après mise en service, a atteint 60 % (compte tenu des amorces laissées disponibles en conduite). Quoique plus important que sur les câbles du réseau téléphonique de Paris, ce taux peut être considéré comme très satisfaisant pour un réseau d'exposition, pour lequel on est obligé de prévoir une très grande souplesse.

IV. Construction et entretien du réseau primaire des câbles. — Les têtes pour abonnés du répartiteur général étaient prévues avec un ensemble complet de dispositifs de protection (fusibles, bobines thermiques et parafoudres). Ce mode de construction avait été choisi pour tenir compte de la construction aéro-souterraine adoptée pour la plus grande partie du réseau et du risque de contact des lignes avec des conducteurs d'éclairage, risque important dans des installations d'exposition, construites très légèrement.

Les câbles furent établis en majorité sous terre (en conduite ou en égout). Il fut toutefois fait un très large usage de câbles aériens portés (fig. 2) : ce mode de pose de câble, économique et rapide, convenait particulièrement bien au caractère de l'exposition coloniale, installée d'autre part en grande partie sous bois, où les câbles aériens se trouvaient très bien dissimulés ; par raison

d'économie, certains câbles furent posés directement sur la palissade de clôture de l'exposition.

Les câbles utilisés étaient des câbles du modèle administratif (du calibre de 6/10 (224 paires, 112 paires, 56 paires, 28 paires, 14 paires, 7 paires, 1 paire de la série 97), sous plomb nu pour les câbles en conduite unitaire, égout ou aériens portés, et sous armure

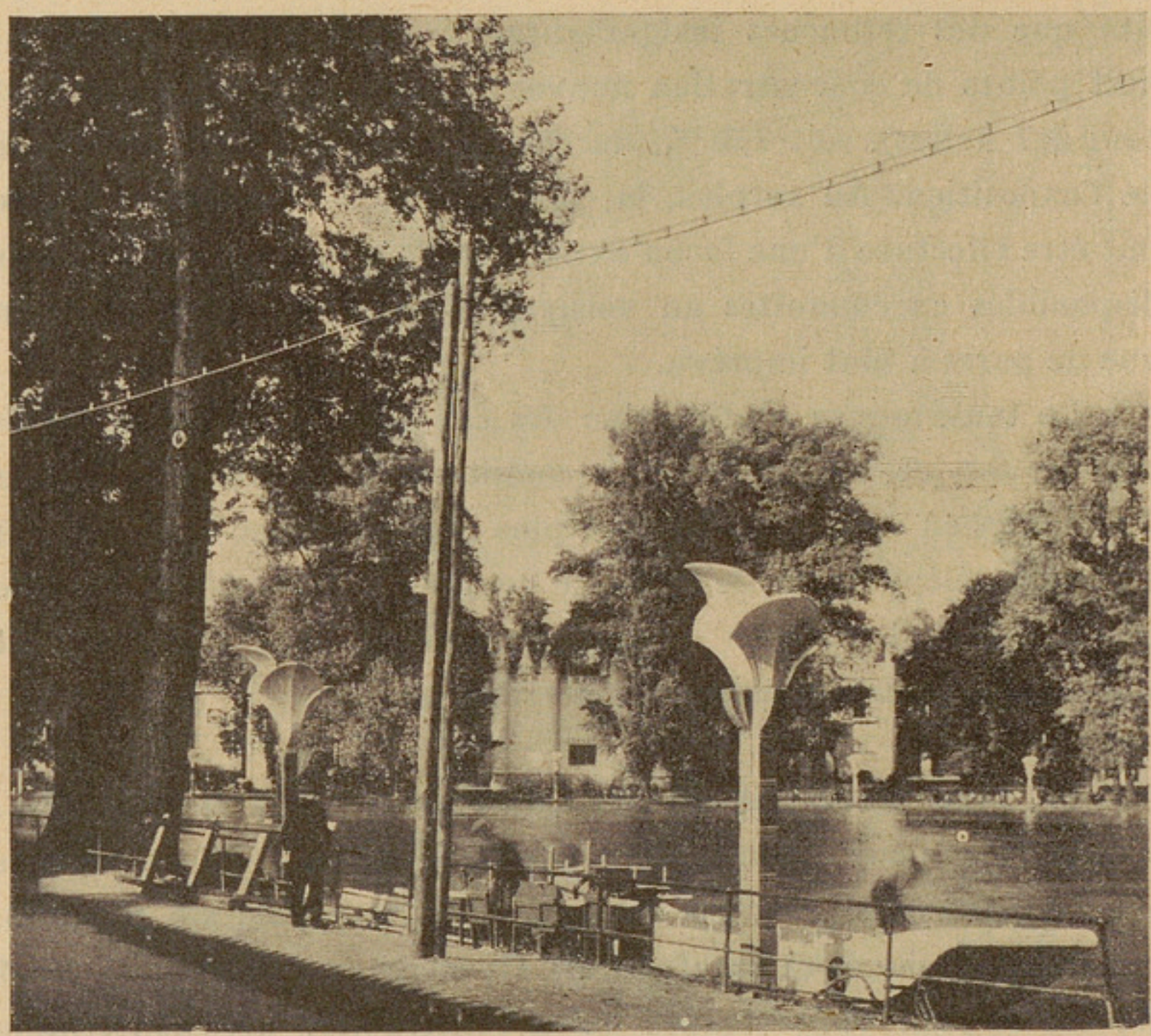


Fig. 2. — Câble aérien posé dans l'île de Reuilly.

pour les câbles posés en terre. Les conduites utilisées étaient des conduites en amiante-ciment de différents diamètres, dont les chambres étaient constituées par des caniveaux en béton armé construits en usine. Les conduites souterraines étaient munies d'un grillage avertisseur.

Les points de concentration étaient généralement établis sur poteaux (fig. 3). Le câble d'ascension, protégé par une gaine en tôle peinte, aboutissait à une tête à peigne noyé, protégée par un

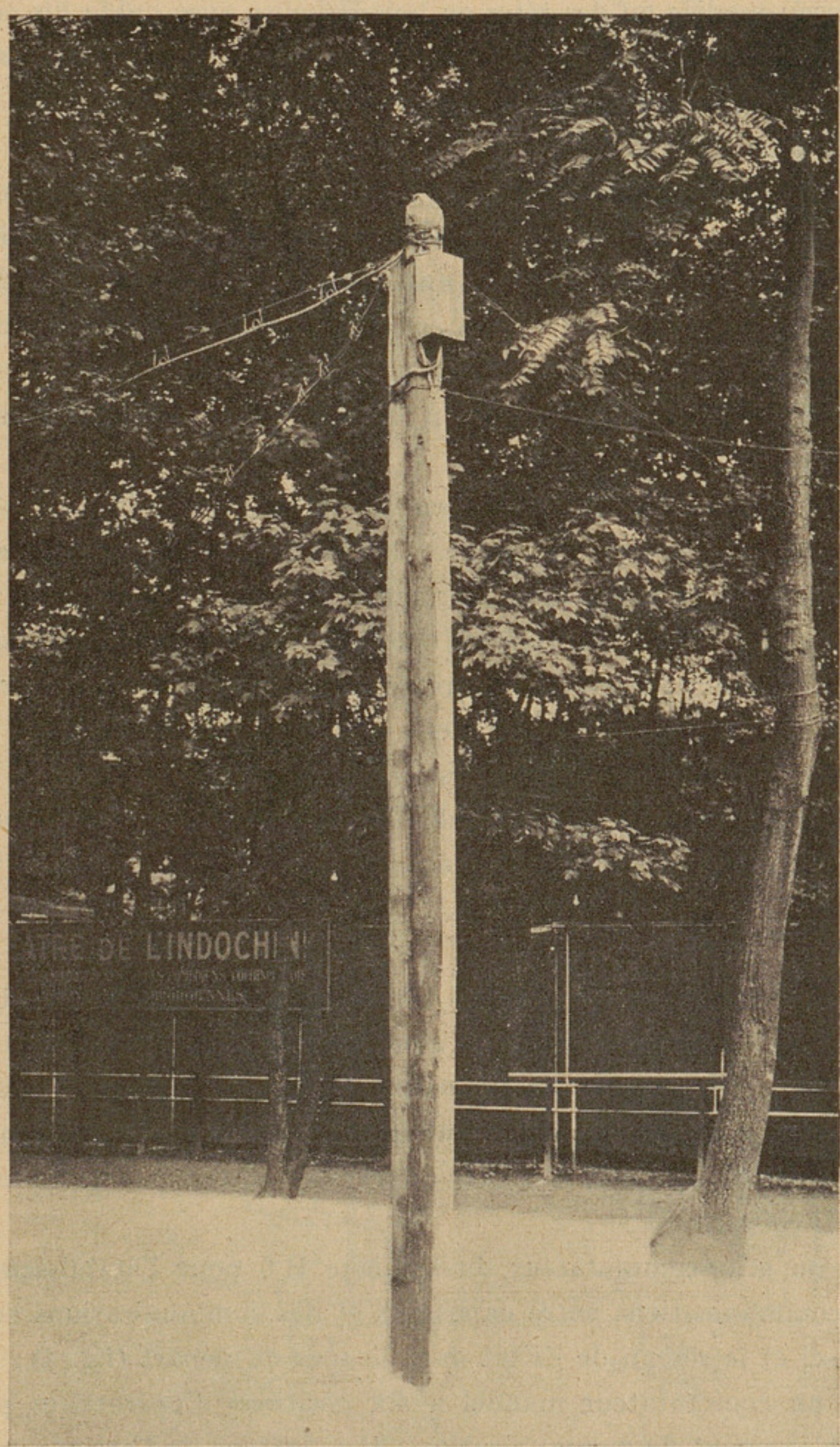


Fig. 3. — Point de concentration.

coffret à porte. Les têtes utilisées furent des têtes de guérite du nouveau modèle ou des têtes en bois bakélisé avec guide fils construites spécialement. Les points de concentration établis dans les pavillons étaient équipés à l'aide de réglettes dites *boîtiers* du modèle administratif.

La construction du réseau, qui avait fait l'objet d'études préliminaires importantes, s'effectua normalement et dans les délais prévus, malgré les difficultés d'un sous-sol bouleversé par l'établissement simultané de multiples canalisations. Des plans de récolement à l'échelle de 1 /200, fixant la position exacte des conduites et des câbles, furent exécutés au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

L'exploitation et l'entretien du réseau primaire de câble s'effectua d'une façon normale. Une table de mesures, installée dans le local du répartiteur, permettait de vérifier la construction et l'état des lignes. Un registre de dérangements, tenu par l'agent de l'administration préposé au répartiteur, permettait de contrôler l'état général du réseau, qui s'est maintenu excellent malgré une saison particulièrement pluvieuse.

La suppression définitive des lignes en service et la démolition du réseau de câbles a été entreprise à partir du 8 janvier 1932.

V. Concession du service téléphonique. — Le réseau téléphonique fut concédé, dans les conditions indiquées au cahier des charges, après concours, à la Compagnie des téléphones Thomson-Houston. Par suite du délai restreint fixé, la capacité du central téléphonique fut limitée à 500 directions (matériel disponible).

Il comprenait :

a) un auto-commutateur du système R 6 pour l'établissement des communications entre exposants et des communications entre ceux-ci et le réseau de l'Etat dans le sens du départ (fig. 4) ;

b) un commutateur manuel à six positions d'opératrices pour l'établissement de communications dans le sens de l'arrivée, ainsi que pour l'établissement des communications interurbaines dans les deux sens.

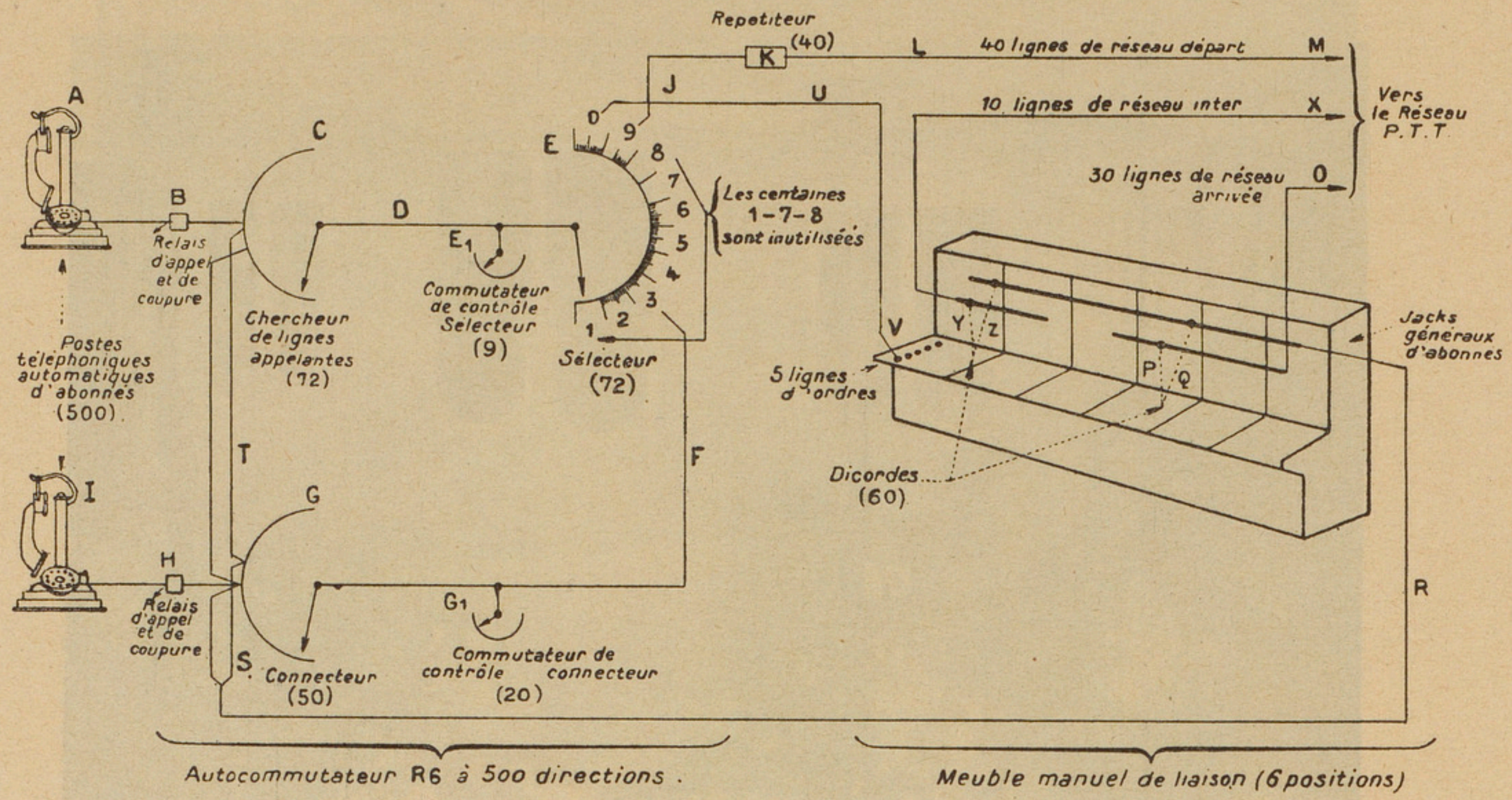


Fig. 4. — Installation téléphonique de l'exposition coloniale.

Fig. 5. — Vue extérieure du central téléphonique.

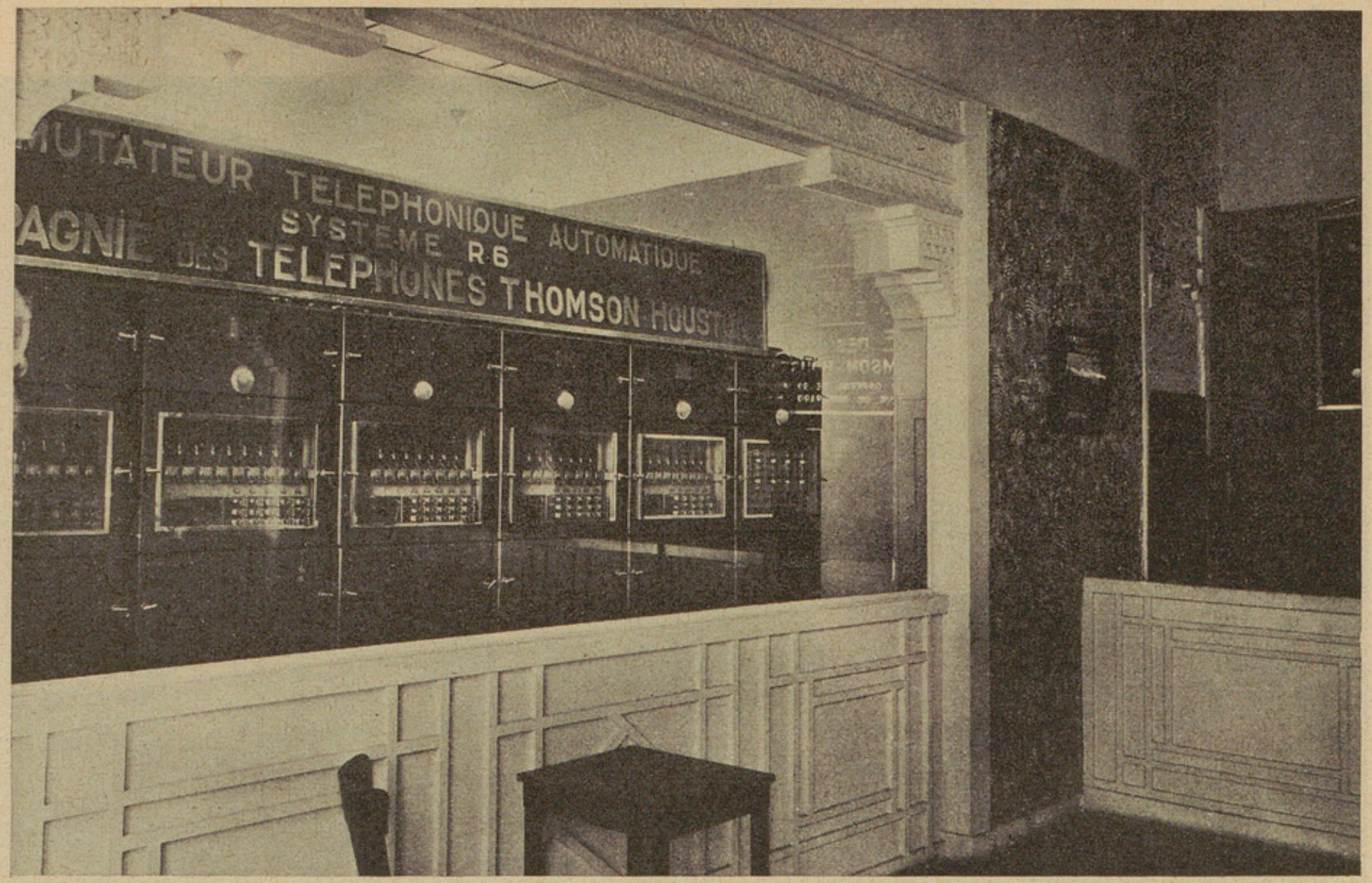


Fig. 6. — Vue intérieure du central téléphonique : côté de l'autocommutateur.

Fig. 7. — Vue intérieure du central téléphonique :
côté des positions manuelles.

La construction du pavillon du central téléphonique fut commencée le 10 janvier 1931. Elle fut suffisamment avancée pour que l'on pût procéder au montage de l'installation intérieure à partir du 10 mars. La mise en service de l'installation eut lieu le 15 avril 1931, soit 93 jours seulement après le commencement des fondations du pavillon (fig. 5, 6 et 7).

VI. Exploitation et trafic. — Les demandes d'abonnements tardèrent à être faites par les exposants : à la fin mars, soit quinze jours avant la mise en service de l'installation, les abonnements souscrits par les exposants ne dépassaient pas une centaine. Le raccordement des postes d'abonnés dut être effectué dans un temps très court et le concessionnaire dut employer simultanément jusqu'à quarante monteurs, au moment de l'ouverture de l'exposition, pour l'établissement des postes d'exposants et des portions de lignes comprises entre ces postes et les points de concentration établis par l'administration.

Le nombre de postes mis en service à l'exposition se décompose comme il suit :

Exposants :	Postes principaux	278
	Postes secondaires	52
Administration :	Postes principaux	104
	Postes secondaires	39

soit, en résumé, 382 postes principaux et 91 postes secondaires.

Le nombre de lignes principales spécialisées au départ, qui n'était que de 30 à la mise en service, dut être porté à 40 pour assurer convenablement l'exploitation. Par contre, 30 lignes spécialisées à l'arrivée furent suffisantes pour assurer normalement l'écoulement des communications. Pour les communications régionales, interurbaines et internationales, il n'y eut pas lieu d'utiliser plus de 8 lignes spécialisées « Inter ».

Le nombre des communications urbaines demandées *au départ* s'établit ainsi :

pour le central Thomson-Houston	334.941,
pour les seize cabines taxiphones	52.703,
pour les lignes du musée permanent et le standard du commissariat général	13.147.

Le service téléphonique pour les communications à l'arrivée et l'interurbain était assuré de 8h45 à 24h30. Trois brigades d'opératrices assuraient le service : la 1re de 8h45 à 13h, la 2e de 13h à 19h et la 3e de 19h à 24h30. Les deux premières brigades se composaient de cinq opérateurs, et il ne fut nécessaire à aucun moment d'utiliser la sixième position du multiple. A partir de 24h30 et jusqu'à 8h45, l'exploitation du central continuait, pour les communications entre postes à l'intérieur de l'exposition et pour les communications vers le réseau de l'Etat (urbain).

Le trafic s'accentuait à certaines heures, notamment au début de la matinée pour les communications de départ et en fin de matinée pour les communications à l'arrivée. Dans l'après-midi, le trafic s'établissait sans tendance particulière et devenait très peu important le soir après 19 heures.

VII. Remarques sur la construction des réseaux d'exposition. — La réalisation et l'exploitation d'un ensemble téléphonique important et très particulier comme celui d'une grande exposition coloniale permet de dégager certains enseignements précieux, spécialement en ce qui concerne la construction des lignes. D'une manière générale, les réseaux téléphoniques d'exposition doivent être construits *largement à l'avance*, de manière à permettre sans difficulté, avant l'ouverture, l'établissement des lignes de service, des lignes demandées par les entrepreneurs et des lignes de sécurité. D'autre part, malgré une prospection active des nouveaux abonnés par le concessionnaire, la souscription des abonnements n'a lieu, pour une très large part, que dans les jours voisins de l'ouverture. Il en résulte un afflux, en quelques jours, de demandes qu'il est nécessaire de satisfaire rapidement. Il importe, en conséquence, que les services techniques participent à toutes les conférences préliminaires, de manière à éviter tout retard dans la construction du réseau.

Les réseaux téléphoniques d'exposition doivent être établis dans des conditions excellentes de solidité et de résistance. Ces réseaux sont appelés à fournir, en effet, un service généralement plus dur que les réseaux urbains, par suite de la légèreté de la cons-

truction des pavillons et de la nature bouleversée du sous-sol. Malgré le caractère provisoire de ces réseaux et le bilan généralement déficitaire de ces services, qui pousserait naturellement à l'économie, il convient de ne rien négliger pour la sûreté et la protection de ces installations, qui ont, au premier chef, un rôle de sécurité. A ce titre, les diverses mesures adoptées dans le réseau de l'exposition coloniale (têtes noyées, etc...) ont donné entière satisfaction.

Le principe de la distribution en conduite unitaire, solidement établie et très bien protégée, doit être maintenu, pour permettre la pose de câble ou le changement de câble sans ouverture de fouille. Le repérage des conduites doit être fait soigneusement par plan à grande échelle (1 /200) et pourrait avantageusement être complété par des dés en fonte reliés à des chaînes passées autour de la conduite.

L'emploi des câbles aériens est économique et rapide. Ces câbles ne doivent toutefois pas être employés dans le réseau de sécurité (qu'il importe de maintenir indépendant du réseau téléphonique), parce qu'ils restent plus exposés aux détériorations et aux incendies que les câbles souterrains.

VII. Conclusion. — La formule utilisée pour l'organisation du service téléphonique de l'exposition coloniale, formule adoptée antérieurement, du reste, avec succès à l'exposition des Arts décoratifs, s'est révélée, à l'expérience, comme très heureuse.

La construction d'un réseau primaire établi par l'Etat dans l'enceinte de l'exposition donne de très grandes facilités pour l'établissement ou la modification des lignes. Elle permet, d'autre part, de réduire au minimum le prix de revient total de l'ensemble des lignes privées et des lignes de l'Etat.

La collaboration des représentants de l'Etat dans la rédaction des cahiers des charges, le contrôle de la construction et de l'exploitation du central téléphonique, assure une liaison intime et constante, particulièrement indispensable pour le bon fonctionnement des services.

CABLES DE RACCORDEMENT POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES,

par G. OLLIER,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Que les lignes téléphoniques soient aériennes ou souterraines, on est obligé, pour atteindre les bornes des appareils téléphoniques ou des organes de commutation, d'avoir recours à un certain nombre de types de câbles, dont les spécifications diffèrent parfois considérablement de celles des câbles de réseau ordinaires. Autrement dit, dans l'ensemble des liaisons comprises entre les postes téléphoniques et les commutateurs, il y a lieu de distinguer, d'une part la *ligne courante*, dont le caractère est de comporter plusieurs longueurs de fabrication ajoutées bout à bout (ligne aérienne, câble de réseau urbain, câble interurbain à grande ou courte distance), d'autre part les divers *câbles de raccordement.*

Dans cet article, je voudrais considérer les principaux aspects des problèmes qui se posent à propos des câbles de raccordement, préciser les conditions d'emploi ainsi que les qualités que l'on doit exiger des diverses catégories de ces câbles, rappeler les spécifications qui ont été utilisées jusqu'à ce jour par l'administration, examiner enfin quels services on peut attendre d'un type de câble récemment mis au point et dont l'emploi en France va se généraliser rapidement.

I. Principaux aspects de la question.

1. Nécessité de spécifications particulières. — Les raisons essentielles pour lesquelles les câbles ordinaires isolés au papier ne sauraient convenir pour cet usage spécial de câble de raccordement peuvent être cataloguées comme il suit :

a) *Influence de l'humidité sur les extrémités des câbles exposés à l'air libre.* — Le papier est un isolant excellent pour les lignes téléphoniques à la condition de présenter un degré de siccité réellement élevé; aussi le câble de ligne courante ne vit-il que grâce à l'invulnérabilité que lui confère l'enveloppe de plomb : dès qu'on enlève cette enveloppe (et il faut bien s'y résoudre quand il s'agit de raccordements autres que les connexions de câble à câble), le papier est exposé à l'air et perd alors rapidement ses propriétés isolantes si l'atmosphère environnante est humide. Le maintien de l'isolement des terminaisons des câbles a toujours posé un problème difficile, qui n'a pas reçu jusqu'ici de solution parfaite.

b) *Souplesse.* — Etant donné leur utilisation particulière, on exige, en général, des câbles de raccordement une souplesse plus grande que des câbles de lignes courantes; d'une façon plus précise, il faut que ces câbles puissent subir des pliages sous des rayons assez petits sans que les isolants se brisent et que la rigidité diélectrique soit diminuée.

c) *Facilité de constitution des « peignes ».* — Les extrémités des câbles de raccordement doivent être dépouillées de leurs gaines protectrices et isolantes avant d'aborder les broches de connexion. Pour les câbles à nombreux fils, on adopte souvent, pour les extrémités, la disposition en *peigne*, qui a l'avantage de mettre de l'ordre dans l'écheveau des fils ; aussi, parmi les qualités exigées des câbles de raccordement, celle de se prêter facilement à la constitution de peignes est-elle assez importante (par exemple, les papiers ou les guipages ne doivent pas se dérouler ; le conducteur doit pouvoir être facilement dépouillé de son isolant).

d) *Encombrement.* — Enfin le choix de certaines spécifications de câbles de raccordement a été souvent dicté par des considérations d'encombrement, ce facteur, qui a une grande répercussion sur le prix, étant particulièrement important dans le cas des câbles destinés aux installations de centraux.

2. Particularité des matières isolantes employées dans la fabrication des câbles de raccordement. — Parmi les catégories de motifs qui viennent d'être énumérés, il est bien certain que

la question du maintien de l'isolement des peignes est devenue primordiale, depuis que se sont généralisés les systèmes à batterie centrale fonctionnant sous une tension relativement élevée ; elle mérite donc un examen plus approfondi.

Ainsi qu'on le verra dans les paragraphes ultérieurs, la plupart des spécifications préconisées pour les câbles de raccordement comportent pour isolants des matériaux fibreux d'origine végétale (papier, coton, ramie,...). On sait que ces matériaux ne peuvent séjourner tant soit peu longuement dans une atmosphère humide sans y perdre leur pouvoir isolant. L'explication du mécanisme de ce phénoméne a d'ailleurs varié.

Selon l'hypothèse la plus communément admise jusqu'ici, l'air mélangé de vapeur d'eau pénètre dans les vides capillaires que ces matières fibreuses comportent entre leurs cellules, et la vapeur d'eau finit par se condenser dans ces vides capillaires, soit sous l'influence des variations de température ou de pression, soit aussi parce que cette vapeur, plus légère que l'air, traverse plus facilement les parois poreuses et que sa tension dans les vides capillaires devient beaucoup plus forte que dans l'air environnant le papier. Cette eau forme alors une mince pellicule sur les parois des capillaires et offre ainsi au courant un chemin de dérivation. On a naturellement essayé d'éviter ces baisses d'isolement en obturant les espaces qui séparent les cellules au moyen d'une substance fluide, imperméable à l'eau, telle que la paraffine ou l'huile de lin.

Il semble cependant que ce procédé d'imprégnation ne soit pas aussi efficace qu'on pourrait s'y attendre, et c'est ce qui a conduit à la seconde hypothèse [1]. selon laquelle l'eau serait absorbée par la cellulose elle-même, le remplissage des vides capillaires par une substance imperméable étant seulement susceptible de réduire la vitesse de pénétration de l'eau dans la cellulose (puisqu'il diminue la surface de contact entre l'air et la cellulose), sans modifier la quantité totale d'eau absorbée par l'isolant. Selon cette dernière théorie, plutôt que d'*imprégner* l'isolant qu'il s'agit de protéger,

1. Voir à ce sujet *Ueber die Tränkung von Isolierstoffen (Mitteilung aus dem Physikalisch-Technischen Laboratorium in Leningrad)*, par M. Michailov (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 14 août 1930, p. 1158).

il serait beaucoup plus efficace de l'*enduire*, de l'enrober dans une chape continue de matière imperméable et, bien entendu, suffisamment adhérente et durable.

En dehors des matières isolantes à base de cellulose dont il vient d'être question, on a fréquemment eu recours au caoutchouc dans la fabrication des câbles de raccordement. Le principal inconvénient de cette substance est qu'elle ne reste pas identique à elle-même : exposée à l'air, elle s'oxyde et cela plus ou moins rapidement selon son degré de vulcanisation. Certes le premier résultat de cette oxydation ne peut être considéré comme défavorable au point de vue où nous nous plaçons, puisque la matière, du moins si son degré de vulcanisation est assez élevé, devient plus compacte et moins perméable à l'eau ; malheureusement l'oxydation a aussi pour effet de rendre le caoutchouc moins souple, plus cassant, et les multiples petites fissures qui prennent alors naissance par suite des variations de température ou des vibrations livrent passage à l'humidité.

3. L'humidité atmosphérique ; diverses catégories de locaux.— Les lois physiques de l'humidité atmosphérique ont été récemment rappelées dans les *Annales* (1), et il est inutile de revenir sur ce sujet, sinon pour faire la remarque suivante : les baisses d'isolement que l'on constate sur les peignes exposés à l'air libre peuvent provenir seulement de l'action de la vapeur d'eau mélangée à l'air qui environne le peigne ; mais il arrive aussi qu'à cette première action vient s'ajouter le phénomène de pénétration dans l'isolant des gouttelettes d'eau déposées à sa surface par condensation. C'est évidemment dans ce dernier cas que la baisse d'isolement est le plus rapide et le plus grande.

La première action est uniquement fonction de la valeur de la tension de vapeur d'eau dans l'atmosphère, valeur qui dépend à la fois de la température, de la pression et du degré hygrométrique ; notons, par exemple, que cette tension est beaucoup plus faible à 0°

---

1. Voir la traduction de l'article de M. Woelk insérée dans le numéro des *Annales* de mai 1930.

Voir aussi *Influence de l'humidité dans les centraux téléphoniques* dans le *Bulletin technique de l'administration des Télégraphes et Téléphones suisses* (1er avril 1930, p. 76).

avec un degré hygrométrique de 80 % qu'à 25° avec un degré hygrométrique de 50 %.

Au contraire, le risque de condensation est étroitement lié à la seule valeur du degré hygrométrique, puisque, si cette valeur est élevée, le moindre refroidissement, par exemple au contact de la paroi d'un mur, provoquera la condensation.

Les essais effectués en laboratoire consistent, en général, à placer les peignes dans une atmosphère où la tension de vapeur d'eau est importante, mais où, par suite de la constance de la température, aucune condensation ne se produit. On se trouve donc dans le cas où le premier phénomène est seul à se manifester, et par conséquent dans des conditions assez éloignées des véritables conditions d'emploi.

On conçoit en outre combien il est difficile d'établir une classification des locaux basée sur la considération du degré hygrométrique maximum ou sur celle de la tension de vapeur d'eau moyenne et susceptible d'une application pratique. Il n'existe à ce sujet, dans l'administration des Postes et Télégraphes, aucune espèce de règle. Comme on ne peut cependant traiter tous les cas d'une façon uniforme, il semble qu'on pourrait introduire quelques définitions, naturellement assez imprécises, mais qui permettraient de distinguer les cas essentiels et pourraient éventuellement servir de point de départ pour des expériences.

A défaut donc de résultats expérimentaux obtenus directement sur des installations téléphoniques, j'ai cru pouvoir adapter de la façon suivante aux besoins du téléphone la classification qui a été établie par l'Union des syndicats de l'électricité, sur la considération de degré hygrométrique et des risques de condensation.

a) *Locaux dont le chauffage est à la disposition de l'administration.* — C'est le cas de tous les centraux un peu importants (je crois préférable de laisser de côté les bureaux ruraux, où les systèmes de chauffage sont moins perfectionnés) ; l'action de l'humidité peut y être combattue en toute saison par l'intervention du calorifère.

b) *Locaux relativement secs.* — Leur définition résulte de la définition suivante des locaux humides.

c) *Locaux humides.* — Sont considérés comme locaux humides

ceux dans lesquels, même momentanément, le degré hygrométrique peut atteindre 70 % ; notamment les cuisines, salles de bains d'appartements, salles en sous-sol ou donnant sur des cours, certaines maisons rurales, etc... Il est rappelé, à titre d'indication, qu'une telle proportion d'humidité se manifeste sous forme de buée contre les parois, plafonds, etc..., sans cependant qu'il se forme de grosses gouttes.

d) *Locaux mouillés.* — Sont considérés comme locaux mouillés ceux dans lesquels les murs, les plafonds, etc... sont imprégnés d'humidité, où l'on voit, même occasionnellement apparaître de grosses gouttes d'eau dues à la condensation, et enfin les locaux qui sont continuellement ou temporairement remplis de vapeur ou de buée. A titre d'indication, doivent être considérés comme locaux mouillés, les établissements de bains, buanderies, certaines caves, magasins de fleuristes, de charcuterie, laiteries, savonneries, brasseries, tanneries, etc...

Le cas des peignes installés dans des boîtes non étanches placées à l'extérieur des immeubles rentre naturellement dans la catégorie d).

Si l'on voulait se borner à utiliser des peignes nus en se dispensant de toute mesure de sauvegarde, on conçoit très bien qu'il faudrait, dans les cas c) et d), un isolant absolument invulnérable aux atteintes de l'humidité, et que l'on pourrait, pour b) se contenter de fils dont l'isolement ne varierait que lentement avec le degré hygrométrique. Quant au premier cas, si théoriquement il serait possible d'être encore moins exigeant, j'estime que l'importance des installations de centraux, où une baisse d'isolement retentit sur la qualité du service de milliers d'abonnés, justifie l'emploi de câbles très bien préservés ; il semble infiniment préférable de ne pas avoir recours au chauffage central, même au cours des saisons particulièrement pluvieuses, pour maintenir des valeurs d'isolement suffisantes dans les centraux.

4. Procédés de protection des peignes. — Dans l'état actuel de la technique des câbles téléphoniques, il n'existe pas de matière isolante durable et absolument invulnérable à l'humidité ; aussi

s'est-on ingénié de bien des manières à préserver les terminaisons de câbles contre tout contact avec l'air humide.

a) *Peignes enduits.* — Parmi les principaux procédés qui furent imaginés, le premier consiste à imprégner ou à enduire les fils du peigne avec des matières isolantes susceptibles de s'opposer à l'intrusion de l'humidité. On a utilisé à cet effet soit la paraffine, soit la gomme laque ou d'autres vernis.

On cherche aussi, en général, à obturer complètement les vides qui subsistent dans la gaine de plomb autour des conducteurs isolés, de façon que l'humidité ne pénètre pas à l'intérieur de cette gaine et n'aille pas ainsi causer la défaillance de l'isolement en des points où le câble n'est pas imprégné.

b) *Boîtes non étanches.* — Le rôle essentiel de ce genre de boîtes est de soustraire les peignes et les bornes de raccordement à l'action des poussières et aux chocs mécaniques. Toutefois l'égalité du degré hygrométrique avec celui de l'atmosphère environnante ne s'établit qu'avec un certain retard, retard d'autant plus grand que la boîte est mieux fermée. La boîte semble donc capable de réduire l'apport total de vapeur d'eau absorbée par le peigne.

c) *Boîtes étanches.* — Si la cavité qui contient le peigne est étanche à l'immersion ou, mieux, étanche à la pression, la protection est évidemment bien meilleure. Supposons, par exemple, que le volume de la cavité où est logé le peigne soit de 600 centimètres cubes et que la boîte ait été fermée un jour où la température était de 25° et où l'atmosphère environnante était saturée ; la boîte renfermera 14 milligrammes de vapeur d'eau, dont une notable partie sera absorbée par le papier. Même si cet apport d'humidité est renouvelé cinq ou six fois par an (au cours des ouvertures de la boîte nécessitées par la recherche des dérangements ou le raccordement de nouvelles lignes), il n'exercera certainement pas d'influence appréciable sur l'isolement du peigne.

Ce qui semble plus redoutable dans l'emploi de ces boîtes, c'est le vieillissement des joints de caoutchouc qui assurent l'étanchéité, ou le risque d'oubli de fermeture de l'un de ces joints.

d) *Peignes enrobés.* — Enfin, dernier procédé, évidemment très efficace : le matériel de raccordement est conçu de telle façon

que le peigne est complètement enrobé dans une masse importante de matière isolante, imperméable à l'humidité.

5. Câbles « d'amorces » et câbles « pour tronçons courts ». — On peut rattacher à ces procédés de protection du peigne la méthode qui consiste à raccorder par un manchon sous plomb, au câble dont on veut protéger la terminaison, un autre câble dont l'isolant soit moins sensible à l'influence de l'humidité.

Cette manière d'opérer est particulièrement indiquée pour garantir les extrémités des câbles de ligne courante ; mais elle devient évidemment très onéreuse s'il s'agit de protéger des câbles qui sont normalement utilisés en tronçons courts. Cela nous conduit tout naturellement à distinguer deux sortes de câbles de raccordement : les *câbles d'amorce*, pour lesquels la longueur du peigne est une fraction importante de la longueur totale du tronçon utilisé (le tiers ou la moitié), et les *câbles pour tronçons courts*, pour lesquels la longueur du peigne n'est qu'une très faible fraction de la longueur totale du tronçon utilisé, cette longueur totale restant toutefois inférieure à la longueur de fabrication.

Il est évident que pour les *câbles d'amorce*, on peut plus facilement se résoudre à un sacrifice financier en vue d'obtenir un isolant à peu près invulnérable, puisque la partie sous plomb, où cet isolant est superflu, est réduite à son minimum. Au contraire, pour les câbles courts, la partie utile, celle du peigne, n'est qu'une très faible fraction du tronçon total.

6. Influence du revêtement extérieur du câble. — Je n'ai parlé jusqu'ici que de la nature de l'isolant superposé au conducteur lui-même. Il convient également de considérer les diverses gaines dans lesquelles on enferme le toron des conducteurs, ces gaines jouant en général non seulement leur rôle de protection mécanique, mais intervenant aussi pour défendre l'intérieur du câble contre la propagation de l'humidité.

S'il s'agit d'isolants assez sensibles à cette action et si les câbles doivent être utilisés dans des endroits humides, on emploie, pour les câbles du raccordement comme pour les câbles de ligne courante,

une gaine de plomb mise à la presse, ce qui localise aux extrémités les risques de baisse d'isolement.

S'il s'agit, au contraire, d'isolants peu vulnérables ou de locaux relativement secs, on abandonne la gaine de plomb placée à la presse, pour se contenter de revêtements comprenant, en général, un ruban mince de plomb enroulé en hélice, un papier huilé et une forte tresse de coton.

Ainsi qu'on le voit, l'énumération des facteurs qui interviennent dans cette question de câbles de raccordement est assez longue et le problème présente une certaine complexité. Il ne serait donc pas logique, en raison surtout de la diversité des conditions d'emploi, d'avoir recours à une spécification unique ; le choix du mode d'isolement et de protection dépend essentiellement du local où sera installé le câble et des précautions supplémentaires qu'il sera possible de prendre pour préserver le peigne extrême.

7. Utilisations actuelles des câbles de raccordement. — Je récapitule ci-dessous, en tenant compte de l'état actuel des méthodes et du matériel employés dans l'administration, les divers cas d'utilisation de câbles de raccordement [1] ;

CABLES D'AMORCE :

A. Equipement des têtes de répartiteurs pour câbles urbains et interurbains (112 et 224 paires ; 14 et 28 quartes) :

B. Equipement des têtes en matière moulée à 1 et 7 paires utilisées aux points de raccordement des lignes aériennes et souterraines ;

CABLES POUR TRONÇONS COURTS :

C. Raccordement sur poteaux ou dans les guérites entre boîtes d'extrémité de câbles et fils aériens ; contenance : 1 fil ou 1 paire ;

D. Dans le cas où les câbles « de ligne courante » aboutissent à des boîtes posées contre les façades, raccordement entre ces boîtes et le plot à fusible de l'abonné ; contenance : 1, 3 ou 7 paires ;

E. Dans le cas où les câbles « de ligne courante » aboutissent à des boîtes posées dans les immeubles, raccordement entre ces boîtes et le plot à fusible de l'abonné ;

---

1. Je laisse ici de côté les cordons souples, les fils qui servent à l'équipement intérieur des meubles commutateurs manuels ou automatiques, enfin les câbles que l'on utilise pour l'établissement de communications provisoires (en attendant, par exemple, la reconstruction ou la modification d'une ligne aérienne).

F. Câbles pour installations d'abonnés [1], et notamment câbles pour raccordements des postes d'intercommunication ; contenance : 1 paire, 1 tierce, 3, 7, 14 et 28 paires ;

G. Etablissement des liaisons à l'intérieur des centraux ruraux (liaison entre châssis à 1 et 3 ampères ; liaison entre répartiteurs et tableaux à batterie locale) ; contenance : 14 et 28 paires ;

H. Etablissement des liaisons à l'intérieur des centraux téléphoniques à commutateur multiple ou automatique, ainsi qu'à l'intérieur des stations de répéteurs ; contenance : 21 paires, 21 tierces ou 21 quartes ;

K. Liaisons souples entre les broches des répartiteurs et des sous répartiteurs ; contenance : 1 paire.

II. Historique.

Avant d'examiner les spécifications qu'il conviendrait de préconiser aujourd'hui dans les divers cas qui viennent d'être énumérés, il n'est pas sans intérêt de rappeler comment ces raccordements spéciaux ont été effectués en France depuis l'origine du téléphone. On constate ainsi que l'on a utilisé quatre principales classes de câbles :

les câbles à fils isolés au caoutchouc ;

les fils isolés à la fois par des guipages de coton et de ruban de caoutchouc ;

les câbles à fils isolés à la soie et au coton ;

les câbles à fils émaillés recouverts de coton.

1. Câbles à fils isolés au caoutchouc. — La spécification des câbles à fils isolés au caoutchouc utilisés en France n'a, pour ainsi dire, pas varié depuis trente ans, ainsi que le prouve l'extrait suivant du cahier des charges du 26 décembre 1901 :

Ces câbles seront formés de conducteurs de 9/10 de millimètre de diamètre recouverts d'une première couche de caoutchouc naturel, d'une deuxième couche de caoutchouc vulcanisé de qualité supérieure, et d'un ruban de caoutchouc adhérent. Le diamètre du conducteur, après recouvrement de ces diverses couches, ne devra pas dépasser $3^{mm},25$.

L'isolement kilométrique, mesuré après 2 minutes de charge, devra être supérieur à 250 mégohms.

En 1902, on porta à deux le nombre des couches de caoutchouc vulcanisé.

---

1. Il faut remarquer que, pour les câbles à une paire, on peut sans difficulté admettre un diamètre assez notable, alors que, pour les câbles à nombreux conducteurs, la raison d'économie impose d'avoir un diamètre aussi faible que possible.

Enfin, en 1906, apparurent pour la première fois les clauses qui précisaient les teneurs en gomme pure des diverses couches de caoutchouc et qui sont encore en vigueur à l'heure actuelle.

Tous ces câbles étaient pourvus d'une gaine de plomb et réservés, en général, à l'usage C, c'est-à-dire aux raccordements entre lignes aériennes et boîtes d'extrémité de câbles, ou à l'entrée des lignes dans les petits bureaux.

L'emploi de ce câble causa beaucoup de mécomptes, en raison de la rapidité avec laquelle se détériorait ce caoutchouc presque pur lorsqu'il était exposé aux intempéries ; aussi, depuis plusieurs années, a-t-on progressivement abandonné l'usage de ce modèle. La question des raccordements à l'extérieur est résolue actuellement par l'emploi d'un matériel de connexion qui permet l'enrobage du peigne, mesure très efficace, ainsi que nous l'avons vu.

2. Guipages de coton et ruban de caoutchouc. — Dans les installations d'abonnés, tant qu'il ne fallait poser que des lignes à très petit nombre de fils, on utilisait presque exclusivement, jusqu'à présent, des fils torsadés à deux conducteurs.

Avant 1912, ces fils étaient isolés à la gutta et au coton. Chaque conducteur, constitué par un seul brin de 9/10, était recouvert d'une couche de composition Chatterton et d'une couche de gutta percha portant le diamètre à 19/10, puis d'un guipage de coton. L'isolement kilométrique demandé était de 3 mégohms.

Peu de temps avant la guerre, on adopta une autre spécification : l'isolant était constitué par une couche de caoutchouc pur comprise entre deux guipages de coton. Je reproduis ci-dessous les clauses d'un cahier des charges de 1914 relatif à cette fourniture, clauses qui sont encore en vigueur aujourd'hui :

Chaque conducteur sera formé d'un toron de 21 brins de fil de cuivre de 2/10 de millimètre de diamètre au minimum, dont la résistance ne devra pas dépasser 28 ohms internationaux par kilomètre à la température de 24 degrés centigrades.

Les conducteurs seront isolés par une couche de caoutchouc entre deux guipages de coton, puis une tresse de coton glacé dont la couleur sera indiquée en temps utile au fournisseur par le directeur du Dépôt central du matériel.

La couche de caoutchouc appliquée sur le premier guipage de coton sera constituée par *du caoutchouc naturel de premier choix donnant à l'analyse 92 °/₀ au moins de gomme pure.* Cette couche pourra être disposée soit longitudinale-

ment, soit en hélice, mais de telle sorte que le caoutchouc recouvre toujours et complètement la première couche de coton.

Les essais électriques seront faits en usine, les fils à essayer étant placés, depuis vingt-quatre heures au moins, dans une salle à atmosphère légèrement humide. L'isolement kilométrique sera d'au moins 3 mégohms, mesurés d'un conducteur par rapport à l'autre et avec une pile d'au moins 100 volts.

L'isolement de ce fil baisse très rapidement dans une atmosphère humide et cette spécification est, elle aussi, à l'heure actuelle, privée de l'estime des praticiens. D'ailleurs, dès l'installation des premiers autocommutateurs, on reconnut l'insuffisance de ce matériel, particulièrement dans les villes dont le climat était humide, et l'on commença à utiliser des câbles à fils émaillés pourvus d'une gaine de plomb, dont je parlerai plus longuement au paragraphe 4.

3. Fils sous soie et coton. — Les câbles à fils isolés à la soie et au coton apparurent de bonne heure dans l'histoire des câbles de raccordement. Un cahier des charges du 11 février 1896 en fixe la spécification comme il suit :

Chaque conducteur sera formé d'un seul brin de cuivre étamé recouvert de deux couches de soie et d'une couche de coton. L'isolement kilométrique devra être supérieur à 1.000 mégohms après une minute d'électrisation.

Cette spécification ne fut pas modifiée jusqu'en 1927 ; elle est, du reste, encore observée à l'heure actuelle pour les câbles destinés à l'usage G.

Quand ces câbles devaient être employés dans des locaux plus ou moins bien chauffés, tels que les bureaux ruraux, ils étaient pourvus d'une gaine de plomb. Au contraire, dans les centraux importants, on se contentait, pour des raisons d'économie et de moindre encombrement, de protéger le toron des conducteurs par un ruban de plomb mince et une simple tresse ; par la suite, on devint plus exigeant : on ajouta successivement, sous le ruban de plomb, un papier sec, puis, sur le ruban de plomb, un papier huilé, et l'on imprégna la tresse à cœur.

L'isolement demandé était de 10 mégohms par kilomètre.

Ces câbles ne donnaient pas entière satisfaction, en raison de la facilité avec laquelle le coton absorbait l'humidité. C'est ainsi que dès 1917, le Comité technique recommandait d'enduire les peignes de gomme laque, d'obturer les câbles au départ des peignes,

ou d'utiliser des gaines de bois quand ces câbles étaient posés dans des locaux humides. Dans les cas très défavorables, il conseillait leur abandon pur et simple.

Il ne faut donc pas s'étonner que, dès la mise en service des premiers autocommutateurs ou des multiples à batterie centrale fonctionnant sous une tension élevée, se soit fait sentir le besoin d'une modification radicale de ce matériel de raccordement.

En plus de la question d'isolement général des lignes, à laquelle on devait apporter la plus grande attention, il fallait, en effet, désormais tenir compte d'une qualité des câbles négligée jusqu'alors, à savoir leur rigidité diélectrique. La rupture des circuits inductifs servant à la commande des autocommutateurs causait, sur les lignes, des surtensions auxquelles on n'était pas accoutumé. On fut donc amené, à cette époque, à augmenter d'une façon générale la rigidité diélectrique des lignes et notamment celle des câbles de raccordement qui, sans doute en raison de la proximité des enroulements, semblaient être particulièrement exposés aux risques de claquage.

Pour peu qu'il fût humide, le câble sous soie et coton avait une rigidité diélectrique excessivement faible. Aussi l'adoption, en 1927, de fils émaillés marqua-t-elle un progrès considérable, à la fois au point de vue de l'isolement et de la rigidité.

4. Fils émaillés sous coton. — Bien qu'il soit impossible d'obtenir une chape d'émail parfaitement continue, les défauts en sont suffisamment espacés pour que la présence de l'émail retarde très efficacement la baisse d'isolement d'un peigne exposé à l'humidité ; à tel point qu'il fut possible d'abandonner complètement la soie, qui est très chère : on se borna à superposer à l'émail deux couches de coton.

De plus, surtout en vertu des soins très particuliers que l'on est contraint de prendre dans la fabrication et le transport des fils destinés à l'émaillage (absence de bavures, d'écorchures de toute sorte), la rigidité diélectrique est considérablement augmentée.

Il est inutile de rappeler ici les clauses techniques qui régissent la fourniture des fils émaillés : elles ont été empruntées aux spécifi-

cations de l'Union des syndicats de l'électricité et n'ont subi jusqu'à présent aucune modification.

5. Résumé. — A la fin de ce résumé historique, on peut donc faire les constatations suivantes à propos des principales catégories de câble de raccordement qui figurent, à l'heure actuelle, dans le matériel administratif :

a) Les câbles sous caoutchouc et plomb sont à peu près abandonnés, l'emploi de dispositifs à peigne complètement enrobé donnant de très bons résultats et étant devenu réglementaire ;

b) Les fils *d'installations* sous caoutchouc et coton ne donnent pas satisfaction, et le seul matériel administratif répondant aux besoins en cette matière est un câble à fils émaillés recouverts de guipages de coton paraffiné, dont l'usage est encore peu répandu ;

c) Les câbles sous soie et coton et sous plomb, réservés aux bureaux ruraux, ne sont plus adaptés aux besoins, surtout maintenant que la généralisation de l'automatique rural est décidée ;

d) Les câbles à fils émaillés et recouverts de coton, réservés aux centraux importants, donnent toute satisfaction.

III. Le cable a fils émaillés et recouverts de bandes de papier étroites & serrées.

Je vais maintenant examiner les propriétés d'un type de câble dont l'introduction en France est assez récente et qui semble appelé à rendre de très grands services comme câble de raccordement.

1. Caractéristiques. — La caractéristique de cette nouvelle fabrication consiste dans le remplacement des guipages de coton par des guipages de papier découpé en bandes très étroites (2,5 à 4 millimètres) ; les couches successives de papier (il y en a généralement trois) sont enroulées en sens inverse et fortement serrées sur le conducteur émaillé.

Du fait de l'étroitesse des bandes, ce nouveau type de câble n'a rien à envier au câble sous soie et coton au point de vue de la souplesse. De plus, le remplacement du coton par du papier serré

améliore la tenue des peignes exposés à l'air libre : le papier absorbe l'humidité moins rapidement que le coton, ainsi que le montrent les résultats d'essais comparatifs qui sont donnés ci-dessous. Enfin la supériorité du câble sous papier serré est encore plus nette en ce qui concerne la rigidité diélectrique : la tension de rupture des câbles à trois papiers serrés est notablement plus élevée que celle des câbles à fils émaillés sous coton.

Les premiers essais de fabrication de ces câbles sous papier serré n'allèrent pas sans difficulté, et quelques tâtonnements furent nécessaires avant que les constructeurs français aient mis bien au point leurs procédés.

Il fallait tout d'abord que le papier eût une résistance suffisante, afin qu'on n'enregistrât pas trop de cassures au cours de l'enroulement des bandes ; on fut ainsi conduit à choisir des papiers comportant une notable proportion de manille (au moins 50 %).

Mais l'inconvénient le plus sérieux consistait dans le déroulement spontané des bandes de papier, qui se produisait à l'extrémité des conducteurs sur les premiers câbles de cette nature fabriqués en France. Les services chargés des essais éprouvaient de ce fait des difficultés à confectionner, et surtout à conserver, des peignes bien ordonnés. Pour peu qu'un ouvrier eût à dessouder et ressouder plusieurs fois les fils d'un peigne, le déroulement s'accentuait, causant le plus grand désordre et menaçant de porter préjudice à l'isolement en réduisant le nombre de papiers interposés entre deux conducteurs. Bref, cet inconvénient enlevait au câble cette qualité spéciale que nous avons signalée comme étant indispensable aux câbles de raccordement, à savoir celle de se prêter facilement à la constitution des peignes.

L'attention des constructeurs ayant été attirée sur ce point, certains de ceux-ci introduisirent dans leur fabrication les perfectionnements voulus et réussissent désormais parfaitement à livrer des câbles dont les papiers ne se déroulent que très difficilement ; par exemple, on ne peut obtenir ce déroulement en faisant tourner le fil dans le sens convenable entre le pouce et l'index fortement serrés, le point d'attaque étant situé à 2 centimètres de l'extrémité du papier.

2. Variantes diverses. — Naturellement, ce nouveau câble à papiers serrés ne peut être considéré comme le câble de raccordement idéal : ce n'est pas un guipage de papier, même s'il est triple et si les bandes de papier sont très serrées, qui suffit à rendre la résistance d'isolement absolument indépendante du degré hygrométrique. La question de la protection des peignes se pose encore.

On se trouve donc, à l'heure actuelle, en présence des trois solutions suivantes :

emploi du câble sous papiers secs sans aucune protection spéciale des peignes ;

emploi de ce câble, les peignes étant enduits, au moment de leur confection, au moyen d'un produit isolant avec lequel on essaye d'obturer aussi la gaine de plomb ; l'isolant qui semble donner les meilleurs résultats est un vernis que le monteur applique au pinceau sur le peigne ;

emploi de câbles dont le toron des conducteurs est vernissé en usine, avant la pose de la gaine de plomb.

Les câbles vernissés n'ont été essayés jusqu'à présent que sur une petite échelle par certains services, qui s'en sont déclarés très satisfaits. Cette addition de vernis semble effectivement conférer à l'isolant une grande immunité, et il s'agit là d'un perfectionnement très intéressant de la technique ; le vernis pénètre légèrement dans les pores de la première couche de papier et protège alors parfaitement la surface de l'isolant contre tout contact avec l'air. L'expérience assez longue que l'on a de cette question dans l'industrie privée autorise à penser que ces papiers vernissés ne présenteront pas le même inconvénient que certains papiers bakélisés dont on fit l'essai en téléphonie et qui, en vieillissant, se polymérisaient et devenaient à ce point cassants qu'il était impossible de toucher au câble sans provoquer des défauts.

3. Résultats d'essais comparatifs. — C'est maintenant l'occasion d'indiquer quelques résultats d'essais de laboratoire qui permettent de se rendre compte des propriétés des divers câbles dont il a été question jusqu'ici.

Les essais ont porté sur des câbles à 7 ou 14 paires. Il a été

NATURE DU CABLE.	MODE DE PROTECTION DU PEIGNE et mode d'obturation de la gaine de plomb.	ISOLEMENT A SEC.
Etamé ; 2 couches soie } guipages secs. 1 couche coton }	Sans protection. ..... Peigne paraffiné, plomb obturé par un ruban.	Supérieur à 100.000 mégohms.
Etamé ; 2 couches soie } guipages 1 couche coton } paraffinés.	Sans protection. ..... Peigne paraffiné, plomb obturé par un ruban.	*Idem.*
Emaillé ; 2 couches soie } guipages secs. 1 couche coton }	Sans protection. ..... Peigne paraffiné, plomb obturé par un ruban.	*Idem.*
Emaillé ; 2 couches coton paraffinées.	Sans protection. ..... Peigne paraffiné, plomb obturé par un ruban.	*Idem.*
Etamé ; 3 couches papier étroit et serré.	Sans protection. ..... Peigne verni, plomb obturé par ficelle vernie.	*Idem.*
Emaillé ; 3 couches papier étroit et serré.	Sans protection. ..... Peigne verni, plomb obturé par ficelle vernie.	*Idem.*
Etamé ; 3 couches papier étroit et serré vernissé.	Sans protection. ..... Peigne verni, plomb obturé par ficelle vernie.	*Idem.*
Emaillé ; 3 couches papier étroit et serré vernissé.	Sans protection. ..... Peigne verni, plomb obturé par ficelle vernie.	*Idem.*

ISOLEMENT ENTRE 2 FILS d'une même paire.	Isolement entre 1 fil d'une paire périphérique et la gaine de plomb.	RIGIDITÉ DIÉLECTRIQUE (en volts) (entre conducteurs)	Isolement après avoir laissé le peigne à l'air ambiant pendant 24 heures après humidification.
au bout de 6 heures : 0 mégohm.	au bout de 6 heures : 0 mégohm.	400	1
au bout de 3 jours : 650 mégohms.	au bout de 3 jours : 400 mégohms.	750	650
au bout de 3 jours : 2 mégohms.	au bout de 3 jours : 0,5 mégohm.	550	2
au bout de 3 jours : 2.100 mégohms.	au bout de 3 jours : 500 mégohms.	700	700
au bout de 3 jours : 5.000 mégohms.	au bout de 3 jours : 3.200 mégohms.	1.450	4.000
au bout de 3 jours : 13.700 mégohms.	au bout de 3 jours : 9.600 mégohms.	1.300	11.000
au bout de 8 jours : 10.000 mégohms.	au bout de 8 jours : 2.500 mégohms.	1.600	4.000
au bout de 8 jours : 17.500 mégohms.	au bout de 8 jours : 10.200 mégohms.	1.750	11.000
au bout de 3 jours : 3 mégohms.	au bout de 3 jours : 1 mégohm	800	300
au bout de 3 jours : 20.300 mégohms.	au bout de 3 jours : 9.800 mégohms.	1.500	14.000
au bout de 8 jours : 8.800 mégohms.	au bout de 8 jours : 3.200 mégohms.	2.000	18.000
au bout de 8 jours : 28.000 mégohms	au bout de 8 jours : 17.700 mégohms.	2.300	24.000
au bout de 8 jours : 7.000 mégohms.	au bout de 8 jours : 2.700 mégohms.	1.800	10.000
au bout de 8 jours : 21.700 mégohms.	au bout de 8 jours : 13.100 mégohms.	2.100	30.000
au bout de 10 jours : 72.000 mégohms.	au bout de 10 jours : 68.000 mégohms.	2.900	> 100.000
au bout de 10 jours : 95.000 mégohms.	au bout de 10 jours : 85.000 mégohms.	2.900	> 100.000

confectionné des peignes dont la longueur était de 25 centimètres et qui étaient imprégnés de matières diverses, l'obturation de la gaine de plomb étant obtenue par des procédés différents, spécifiés dans chaque cas. Les peignes étaient plongés dans une atmosphère à 100 % d'humidité relative, à une température d'environ 18°. Les résultats qui sont indiqués dans le tableau ci-joint sont des moyennes portant sur une vingtaine de mesures.

Ces essais montrent nettement, d'une part l'influence considérable de l'émail sur la résistance d'isolement, d'autre part l'amélioration sensible obtenue à tous les points de vue par la substitution des guipages de papier aux guipages de coton, enfin le perfectionnement encore plus important de toutes les qualités qui résulte soit simplement du vernissage du peigne, soit mieux du vernissage, sur toute la longueur du câble, de la couche extérieure de papier.

IV. Spécifications pour cables de raccordement modernes.

Avant d'envisager les diverses applications possibles des câbles à fils recouverts de bandes de papier étroites et serrées, il convient d'examiner les autres spécifications auxquelles on doit logiquement avoir recours pour compléter la série des câbles de raccordement.

1. Fils isolés au caoutchouc. — L'isolement à la soie et au coton doit être à peu près complètement abandonné, même si les fils sont émaillés, puisque les guipages de papiers étroits et serrés présentent sur ce mode d'isolement une notable supériorité, à la fois au point de vue de l'isolement et de la rigidité diélectrique, et puisqu'ils sont d'un prix moindre.

Par contre, il ne semble pas qu'il soit possible de se passer complètement du caoutchouc ; mais la spécification à admettre doit être complètement différente de celles qui ont été jusqu'ici en faveur.

En ce qui concerne la composition, il semble préférable d'abandonner les caoutchoucs à très forte teneur de gomme pure, qui ont le défaut de s'oxyder très vite, et de prendre des caoutchoucs

bien vulcanisés, dont le vieillissement est beaucoup plus lent ; le mieux est d'adopter à ce sujet la spécification de l'Union des syndicats de l'électricité. Mais il ne faut pas se dissimuler que le vieillissement est inévitable et que, si le caoutchouc est soumis à des vibrations ou des efforts mécaniques, même très légers, il finira pas s'effriter et absorber l'humidité.

En ce qui concerne le mode d'application, il faut renoncer à l'enrubannage en hélice autour du conducteur et adopter la machine à galets ou la boudineuse (de préférence cette dernière s'il ne s'agit pas de conducteurs trop fins et de couches d'isolants trop minces).

Ces fils isolés au caoutchouc seront protégés par une simple tresse et torsadés entre eux quand ils seront destinés à des locaux relativement secs, et placés au contraire sous une gaine de plomb s'ils doivent être employés dans des locaux humides.

Il semble que maintenant nous soyons à même de dresser un tableau à peu près complet des spécifications susceptibles de convenir à chaque cas particulier.

2. Câbles d'amorces (usages A et B). — En ce qui concerne les câbles d'amorces, pour lesquels, dans une certaine mesure, la question de prix n'a pas à intervenir, il convient indiscutablement d'adopter le câble sous plomb à fils émaillés et recouverts de bandes de papier étroites, serrées et vernissées.

3. Câbles de distribution de lignes (usages D et E). — Dans les réseaux entièrement en câbles, certains services utilisent, pour la division des petits câbles, des pièces en plomberie et conduisent ainsi le câble de « ligne courante » jusqu'au plot à fusibles de l'abonné. D'autres, au contraire, ayant éprouvé quelques difficultés dans la confection de ces petites pièces de division, préfèrent adopter des coffrets de raccordement dans lesquels aboutissent les câbles de « ligne courante » à 7, à 14 ou à 28 paires et d'où partent de petits câbles allant chez les abonnés.

Selon la densité des abonnés dans le secteur considéré, ces coffrets sont placés soit en façade ou dans les cours, soit à l'intérieur des immeubles.

Dans le premier cas (usage D), une enveloppe de plomb est évidemment indispensable ; de plus, comme ces coffrets sont exposés aux intempéries et que l'on ne peut utiliser le procédé très efficace de l'enrobage du peigne que pour le câble de « ligne courante » (une possibilité de coupure doit être ménagée dans le coffret, ainsi que la faculté de n'effectuer la pose des petits câbles qu'au fur et à mesure de la demande, et ces conditions s'opposent à l'enrobage des extrémités des petits câbles), on doit adopter, pour ces petits câbles, un modèle aussi peu sensible que possible à l'humidité et, pour plus de sécurité, abriter les extrémités dans une cavité étanche. En définitive, le câble destiné à l'usage D sera à fils émaillés recouverts de bandes de papier étroites et serrées et pourvu d'une forte gaine de plomb.

Dans le second cas (usage E), la méthode la plus sûre semble être d'employer ce même type de câble, pourvu toutefois d'une enveloppe de plomb moins épaisse, et de le poser dans de petites gaines d'ascension à couvercle facilement amovible, aménagées à l'avance, par exemple dans les cages d'escalier. Toutefois dans certains immeubles secs, tels qu'immeubles d'habitation ou de bureaux, on a envisagé de tirer dans des tubulures métalliques (masquées ou non dans les maçonneries) des fils souples émaillés recouverts soit de papiers et d'une tresse, soit de guipages de textile ; mais l'expérience que l'on a en France de ce système est trop récente pour qu'on puisse encore se prononcer.

4. Câbles « d'installations » (usage F). — Une des caractéristiques de ce cas est que les réglettes de raccordement utilisées dans les installations d'abonnés ne sont jamais placées dans des cavités étanches ; elles n'ont même pas toujours de couvercles. On ne peut donc jouer que sur la spécification du câble lui-même.

Je distinguerai le cas des raccordements à très petit nombre de fils (2, 3 ou 4) et celui où les fils sont plus nombreux :

a) *Pour les câbles à petit nombre de fils*, destinés aux locaux relativement secs, la spécification la plus convenable paraît être la suivante : fils émaillés, recouverts de papiers étroits et serrés vernissés, le câble étant protégé, non par une gaîne de plomb, mais

par un revêtement composé d'un ruban hydrofuge et d'une forte tresse de chanvre.

Cette spécification doit parfaitement convenir à tous les locaux urbains, régulièrement chauffés en hiver, tels que : appartements, bureaux, magasins. Les revêtements hydrofuges actuels sont, en effet, très efficaces. En outre, il faut considérer que ces câbles sont très généralement à l'abri de tout choc ou traction, et que leur protection mécanique peut être très légère.

Dans les locaux humides, on emploiera le fil torsadé sous caoutchouc et tresse, le caoutchouc ayant la spécification indiquée au paragraphe IV-1.

Dans les locaux mouillés (où il vaut mieux ne pas installer le téléphone), le fil sous caoutchouc sera protégé par une gaine de plomb, de façon à limiter le vieillissement du caoutchouc à la partie très courte qui est hors de cette enveloppe de plomb.

b) *Pour les câbles à grand nombre de fils*, le caoutchouc doit être abandonné, en raison de son encombrement et du prix très élevé qui en résulte.

Si les locaux sont relativement secs, on se contentera d'abriter les fils émaillés sous papiers vernissés à l'intérieur d'un ruban de plomb, d'une toile hydrofuge et d'une forte tresse.

Si, au contraire, les locaux sont humides, on aura recours à une gaine de plomb mise à la presse. C'est aussi cette catégorie de câble que l'on utilisera pour l'usage G (équipement des bureaux ruraux).

5. Câbles pour centraux importants. — Malgré que sa supériorité sur le câble actuellement utilisé (fils émaillés recouverts de deux couches de coton) ne soit pas considérable, le câble à papiers serrés semble appelé à remplacer, pour l'usage H, le câble au coton ; il ne serait peut-être pas sans intérêt d'élucider si l'on peut sans inconvénient, remplacer, pour cet usage, l'émaillage du conducteur par le vernissage du papier, le travail des monteurs étant notablement facilité lorsque les fils ne sont pas émaillés.

6. Conclusion. — On voit, en définitive, que la place laissée au caoutchouc, dans ces nouvelles spécifications de câbles de raccorde-

ment n'est pas très importante. Malgré l'incontestable supériorité que présente cet isolant, au cours des premières années qui suivent sa mise en service, on est conduit, surtout pour des raisons de moindre encombrement, à lui préférer les fils émaillés recouverts de matières cellulosiques, notamment de papier, qui sont, il est vrai, assez sensibles à l'action de l'humidité, mais restent constamment semblables à elles-mêmes et douées des mêmes propriétés.

Certes, les dispositions spéciales que l'on est obligé de prendre pour éviter cette absorption de l'humidité par le papier constituent une complication notable du matériel de raccordement. Et, sans aucun doute, si l'on se trouve en présence de deux solutions techniquement équivalentes, l'une comportant un câble dont l'isolant est fort peu hygroscopique et dont le peigne peut rester à l'air libre, l'autre comportant un câble à isolant très sensible conjugué avec une boîte étanche, il ne faut pas hésiter à choisir la première. L'idéal serait évidemment de pouvoir disposer pour la fabrication des câbles, d'un isolant aussi imperméable à l'humidité que la porcelaine et aussi souple qu'un guipage de soie. En attendant que la technique des installations téléphoniques s'enrichisse de cette découverte, il y aurait certainement un grand intérêt à répéter, sur de nombreux tronçons de câbles de spécification différente, les essais de résistances d'isolement portant sur des peignes placés dans des atmosphères plus ou moins humides, afin que la valeur respective de chaque spécification soit mieux connue.

V. Appendice : Différenciation des paires.

L'introduction des fils sous papier serré pose d'une façon toute nouvelle la question de la différenciation des paires. Dans les câbles de raccordement dont la contenance est inférieure ou égale à 28 paires, il est très commode que les conducteurs puissent être distingués entre eux par des couleurs, ce qui évite les opérations fastidieuses de reconnaissance des fils par l'envoi de courants (Ces opérations exigent d'ailleurs la présence d'un monteur à chaque extrémité du tronçon alors que les câbles de raccordement sont souvent posés ou vérifiés par un seul agent.)

Je crois donc utile d'ajouter quelques mots sur cette question annexe qui présente un certain intérêt pratique.

En France, tous les câbles, sauf ceux qui servent à l'équipement des multiples, sont constitués par un certain nombre de groupes de 7 paires, ce nombre étant d'ailleurs toujours une puissance de 2.

Pour le groupe fondamental de 7 paires, une gamme de 7 couleurs a été introduite depuis très longtemps dans l'administration ; elle est devenue familière à une grande partie du personnel et il y a certainement un grand intérêt à ne pas y apporter de modification.

Par contre, en ce qui concerne les câbles à 14 et 28 paires, le mode de différenciation qui a été adopté n'est pas très ancien. En outre, étant donné l'emploi très limité qui était fait de ces câbles spéciaux (équipement de petits bureaux), seule une faible partie du personnel a pris l'habitude de ce système de repérage. Or, pour la fabrication de câbles à 28 paires différenciés selon la gamme de tons dont je viens de parler, il faut en tout et pour tout sept cotons de couleurs différentes s'il s'agit de fils recouverts d'un guipage de coton (la préparation de la chaîne de guipage est à peine plus compliquée que pour la production d'un guipage unicolore), alors qu'il faut 29 papiers différents s'il s'agit de fils recouverts de papier. On est ainsi conduit à employer des papiers à une et deux rayures, qui sont très coûteux. (1).

Aussi s'est-on demandé si une simplification ne pouvait pas être obtenue en cette matière. On peut affecter, par exemple, à l'un des conducteurs de la paire le rôle de situer cette paire dans le groupe de sept, et affecter à l'autre conducteur le rôle de déterminer à quel groupe de 7 appartient la paire. La différenciation des paires à l'intérieur d'un groupe de 7 étant obtenue par la couleur du premier conducteur, il suffit de pouvoir distinguer entre eux les quatre groupes de 7 paires en donnant aux seconds conducteurs une couleur particulière caractérisant le groupe. Il suffit alors de onze papiers différents pour constituer un 28 paires. Je donne ci-des-

1. Les rayures sont obtenues par impression ; au contraire, les papiers unicolores sont obtenus par coloration de la pâte au cours de la fabrication du papier.

sous un exemple de ce système de repérage, dans lequel est conservée la gamme fondamentale admise jusqu'à présent :

	FIL A.	FIL B.
1er sept paires	Blanc écru.	Blanc écru rayé bleu.
	Bleu.	—
	Jaune.	—
	Marron.	—
	Noir.	—
	Rouge.	—
	Vert.	—
2e sept paires	Blanc écru.	Blanc écru rayé noir.
	Bleu.	—
	Jaune.	—
	Marron.	—
	Noir.	—
	Rouge.	—
	Vert.	—
3e sept paires	Blanc écru.	Blanc écru rayé rouge.
	Bleu.	—
	Jaune.	—
	Marron.	—
	Noir.	—
	Rouge.	—
	Vert.	—
4e sept paires	Blanc écru.	Blanc écru rayé vert.
	Bleu.	—
	Jaune.	—
	Marron.	—
	Noir	—
	Rouge.	—
	Vert.	—

Le fait d'avoir seulement onze modèles de papiers au lieu de vingt-neuf simplifie notablement les travaux de préparation de la fabrication des câbles et paraît susceptible d'en diminuer légèrement le prix.

Je ne pense pourtant pas que l'on doive chercher les raisons de se déterminer dans le côté économique de la question. Le système à 29 couleurs différentes comporte 28 papiers écrus, 6 unicolores, 7 à une rayure, 15 à 2 rayures ; le système à 11 couleurs spécifié ci-dessus comporte 4 papiers écrus, 24 unicolores, 28 à une rayure, et il se trouve que, dans le premier système, le grand nombre

de papiers écrus, qui sont très bon marché, compense la dépense faite pour les papiers à deux rayures.

Mais il semble bien que le deuxième système soit plus simple, plus logique, puisque chaque groupe de sept paires est doté d'une couleur de base, la même pour tout le groupe, alors que cette homogénéité fait défaut dans le procédé de repérage actuel. Ce deuxième système est aussi plus facile à retenir.

En outre, il est très fréquent que les monteurs aient à confectionner des peignes et à distinguer les fils dans des endroits assez sombres ou étroits, où il n'est pas toujours facile de placer une lampe électrique au point le plus favorable ; la distinction des papiers à deux rayures devient, dans ces conditions, beaucoup plus difficile et cause une certaine fatigue visuelle. Et il ne faut pas perdre de vue que l'adoption éventuelle de vernis pour l'imprégnation du peigne seul ou du câble entier aura pour effet d'accroître ces difficultés de distinction, le vernis venant altérer par sa teinte propre la nuance du papier.

Notons enfin que des gammes de repérage très diverses sont utilisées par les divers constructeurs dans les fournitures de centraux manuels ou automatiques et que le personnel n'a éprouvé de ce fait aucune difficulté particulière.

Je crois donc que l'introduction d'un mode de repérage à onze couleurs ne serait pas susceptible d'entraîner des erreurs graves, et que l'on agirait sagement en adoptant aussitôt que possible cette notable simplification.

Pour les câbles de centraux qui sont à 21 tierces (20 tierces plus une de secours) ou à 21 quartes, le câble serait divisé en 4 groupes de 5 tierces ou de 5 quartes et les fils différenciés suivant le même principe.

LE SYSTÈME RADIOTÉLÉPHONIQUE A BANDE LATÉRALE UNIQUE APPLIQUÉ AUX ONDES COURTES, [1]

par A. H. REEVES.

Principaux avantages du système à bande latérale unique. — La théorie de la téléphonie à bande latérale unique, développée durant ces dernières années par John R. Carson, fut d'abord appliquée aux communications téléphoniques à courant porteur sur fils. Le principal avantage de cette application consistait en ce que, pour une même bande totale de fréquence utilisée, on pouvait échanger deux fois plus de communications que par le procédé de modulation utilisant les deux bandes. Depuis, le système à bande unique a été appliqué avec un succès complet aux communications radio-téléphoniques à ondes longues, en particulier à la liaison commerciale New-York—Londres ; d'ailleurs, il est difficile de concevoir comment une exploitation simple et judicieuse peut être réalisée sans utilisation du système à bande unique, étant donné que, pour les ondes longues, il y a quelques difficultés à obtenir une courbe de résonance d'antenne laissant passer les deux bandes correspondant au spectre des fréquences de la parole.

La réduction de moitié de la bande de fréquences, obtenue grâce au système à bande latérale unique, prend une importance considérable du fait de l'encombrement sans cesse grandissant des diverses voies de l'éther.

Un autre avantage est l'augmentation du rendement due à la suppression de l'onde porteuse et d'une bande.

Avec les tubes à grande puissance utilisés actuellement, le facteur qui limite la puissance de sortie du récepteur est la valeur

---

1. Traduction d'un article paru dans l'*Electrical communication* de juillet 1931.

maximum de l'intensité de courant ou de la tension sur les plaques du tube du dernier étage de l'émetteur. Si l'on tient compte de ceci, il peut être facilement démontré que, pour une puissance maximum donnée, on peut obtenir, par l'emploi du système à bande latérale unique, pour l'antenne, un gain maximum de 9 décibels pour le rapport du signal aux bruits parasites. Une courte analyse expliquant ces résultats est faite à l'appendice I.

Un autre avantage, particulièrement remarquable dans le cas des émetteurs de grande puissance, est la réduction de la puissance consommée quand l'onde porteuse est supprimée. Dans le cas d'un système de modulation à faible puissance suivi par des étages d'amplification à haute fréquence, le dernier étage d'amplification est d'ordinaire de la classe 3, c'est-à-dire que les lampes de ce dernier étage ont une polarisation très forte ; le courant anodique dans ces lampes est dès lors faible en l'absence de modulation et ne prend son intensité maximum que durant les périodes de conversation. Il résulte de ceci une consommation de puissance considérablement moindre que dans le cas où l'on transmet l'onde porteuse, cas où le courant anodique ne change pas d'intensité pendant la modulation.

Difficultés d'application aux ondes courtes. — Le système à bande latérale unique n'avait jamais été employé jusqu'ici pour les liaisons commerciales par ondes courtes. Deux raisons principales ont retardé l'application de ce procédé connu aux longueurs d'ondes employées actuellement le plus couramment.

Tout d'abord, jusqu'à ces temps derniers, on n'avait pas attaché beaucoup d'importance à économiser la largeur de la bande de fréquence pour les ondes courtes, étant donné que la largeur totale de la bande disponible pour des fréquences de l'ordre de 10 à 20 millions de périodes par seconde est considérablement plus grande que celle qui était disponible pour les grandes longueurs d'ondes.

D'autre part, il y a une difficulté technique certaine à construire des oscillateurs locaux capables de régénérer l'onde porteuse à la réception avec un synchronisme suffisant. Si cette onde porteuse reproduite diffère de l'onde porteuse initiale de plus de 20 p : s, il en

résulte une très mauvaise qualité de conversation, même comparativement à la qualité d'une communication commerciale courante. Pour des fréquences de l'ordre de 60.000 p : s, le problème de la synchronisation ne présente pas de difficultés et, en somme, il ne nécessite qu'une précision de l'ordre de 1 /3000. On pourra obtenir aisément un bon oscillateur local à la réception conservant une fréquence stable pendant un temps très long.

Quand on considère le cas des ondes courtes, on voit immédiatement que le problème est beaucoup plus ardu. Pour des ondes de l'ordre de 15 mètres, la précision nécessaire est de l'ordre de 1 /1.000.000, ce qui représente un degré de stabilité de fréquence difficile à obtenir sur une base commerciale, même par l'emploi des procédés les plus modernes. C'est, en fait, le problème de la synchronisation qui constitue la principale difficulté technique à surmonter dans l'application aux ondes courtes du système à bande latérale unique.

Avantages de l'application aux ondes courtes. — Passons en revue quelques avantages particuliers présentés par la méthode à bande latérale unique appliquée aux ondes courtes.

Evanouissement. — Le phénomène d'évanouissement peut être sommairement divisé en deux parties : l'*évanouissement spectral* ou *synchrone*, dans lequel tous les éléments d'une bande particulière croissent et décroissent simultanément en amplitude, et l'*évanouissement sélectif*, où l'accroissement et la diminution d'amplitude ont lieu pour des fréquences diverses suivant la loi du hasard.

En ce qui concerne l'évanouissement spectral, l'affaiblissement en décibels est double dans le cas où l'on n'emploie pas d'onde porteuse régénérée (ceci peut être aisément constaté en se référant à l'équation de la tension donnée à l'appendice I). Cela constitue un avantage notable, bien qu'il ne soit pas tout à fait aussi grand qu'il apparaît tout d'abord. Des procédés modernes dans la construction des récepteurs pour ondes courtes permettent de compenser d'une manière très suffisante l'évanouissement spectral. Ces procédés consistent, pour la plupart, en dispositifs permettant de commander automatiquement le gain du récepteur. C'est l'amplitude même de

l'onde porteuse reçue qui fait varier le gain du récepteur et permet d'obtenir un niveau à peu près constant pour la parole.

Avec un bon dispositif de commande automatique de gain, le seul effet perceptible de l'évanouissement spectral (excepté quand le phénomène est par trop prononcé) est une variation du bruit de fond. Il est certain que cette fluctuation du bruit de fond est quelquefois très gênante pour celui qui écoute, et le système à suppression d'onde porteuse, qui diminue de moitié cette variation, présente un avantage à ce point de vue.

Distorsion. — C'est dans le cas de l'évanouissement sélectif que les améliorations sont les plus notables quand on emploie la méthode de suppression de l'onde porteuse. Dans l'ancien procédé, la fréquence de l'onde porteuse disparaît presque complètement de temps en temps et pour des durées atteignant une demi-seconde, alors que les bandes subsistent. Le courant à la sortie du détecteur étant la résultante de produits de modulation de toutes les fréquences à l'entrée, il apparaît des harmoniques de second ordre et d'autres termes qui peuvent être considérablement plus importants que la fréquence fondamentale de la parole. La distorsion qui en résulte est quelquefois considérable et est particulièrement mise en évidence quand on emploie des systèmes de transmission secrète consistant, par exemple, en des inversions de fréquences.

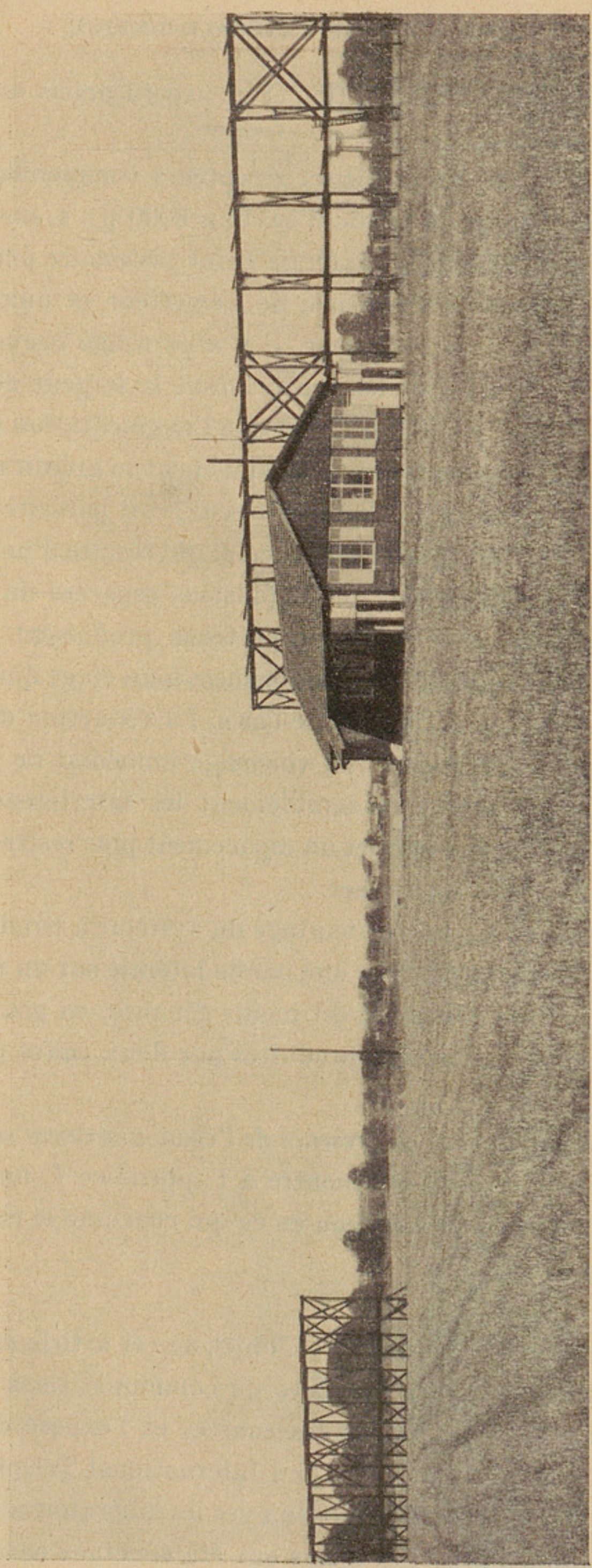
Ceci est clairement mis en évidence par l'exemple suivant : Prenons le cas d'un système simple à inversion dans la bande de 300 à 3000 périodes par seconde, dans lequel la fréquence de 300 périodes par seconde est transformée en celle de 2700 et *vice versa.* Considérons une fréquence composante de la bande à 1900 périodes par seconde ; après inversion, nous devrons obtenir 1100 p : s, fréquence à laquelle le transmetteur sera modulé ; à la réception, quand le phénomène d'évanouissement sélectif affecte l'onde porteuse, l'harmonique 2 à 2200 p : s pourra être beaucoup plus important que la fondamentale à 1100 p : s. Cette résultante à 2200 p : s sera transformée en 800 p : s par l'inverseur de réception. Nous aurons donc, à la réception, une faible fréquence fondamentale de 1900 p : s, accompagnée d'une forte et indésirable fréquence de 800 p : s. Nous devons maintenant tenir compte du fait que l'oreille semble beau-

coup moins troublée par les fréquences véritablement harmoniques, ou par les fréquences résultant de l'intermodulation des fréquences de la parole originale, que par toute autre fréquence n'ayant pas la même relation avec la parole initiale. Cette constatatiou s'explique probablement par le fait que l'oreille elle-même produit de véritables intermodulations et que, comme la courbe de réponse de l'oreille est logarithmique, quelques harmoniques de plus n'ont pas beaucoup d'effet. Quoi qu'il en soit, l'expérience a montré que tout système produisant des fréquences n'ayant pas avec la parole originale une relation harmonique exacte, introduit une telle distorsion, qu'il est impossible d'employer avec succès même le plus simple dispositif d'inversion, dès qu'il y a de l'évanouissement sélectif.

Il est peut-être intéressant de signaler ici que, pour surmonter cette difficulté sur la liaison Madrid—Buenos-Aires, l'International Telephone and Telegraph Corporation de Madrid a abandonné le système simple d'inversion et emploie actuellement un déplacement de la bande de 3000 p : s par rapport à l'onde porteuse. Grâce à cette méthode, le secret est maintenu mais les harmoniques et les fréquences parasites d'intermodulation produits dans le détecteur à la réception n'existent plus dans la bande audible. Le déplacement des bandes latérales opéré de cette manière a le désavantage de nécessiter une largeur de bande double.

Les mêmes remarques s'appliquent aussi à tout dispositif de secret dans lequel des fréquences de battement sont produites à la sortie du détecteur de réception.

Augmentation de sélectivité. — Un autre problème qui n'est pas résolu par la méthode à bande unique à proprement parler, mais qui se trouve résolu en même temps, est celui de l'augmentation de la sélectivité du récepteur dans des conditions qui approchent de la limite théorique. Afin de recevoir dans le système ordinaire les bandes latérales avec une qualité commerciale de la parole, il est nécessaire de transmettre et de recevoir une largeur de bande légèrement inférieure à 6000 p : s. Pour recevoir l'intégralité de cette bande et cette bande seulement, il est nécessaire d'avoir d'abord une excellente stabilité de fréquence de l'onde porteuse, et en outre



Station expérimentale de Trappes : poste et antennes de réception.

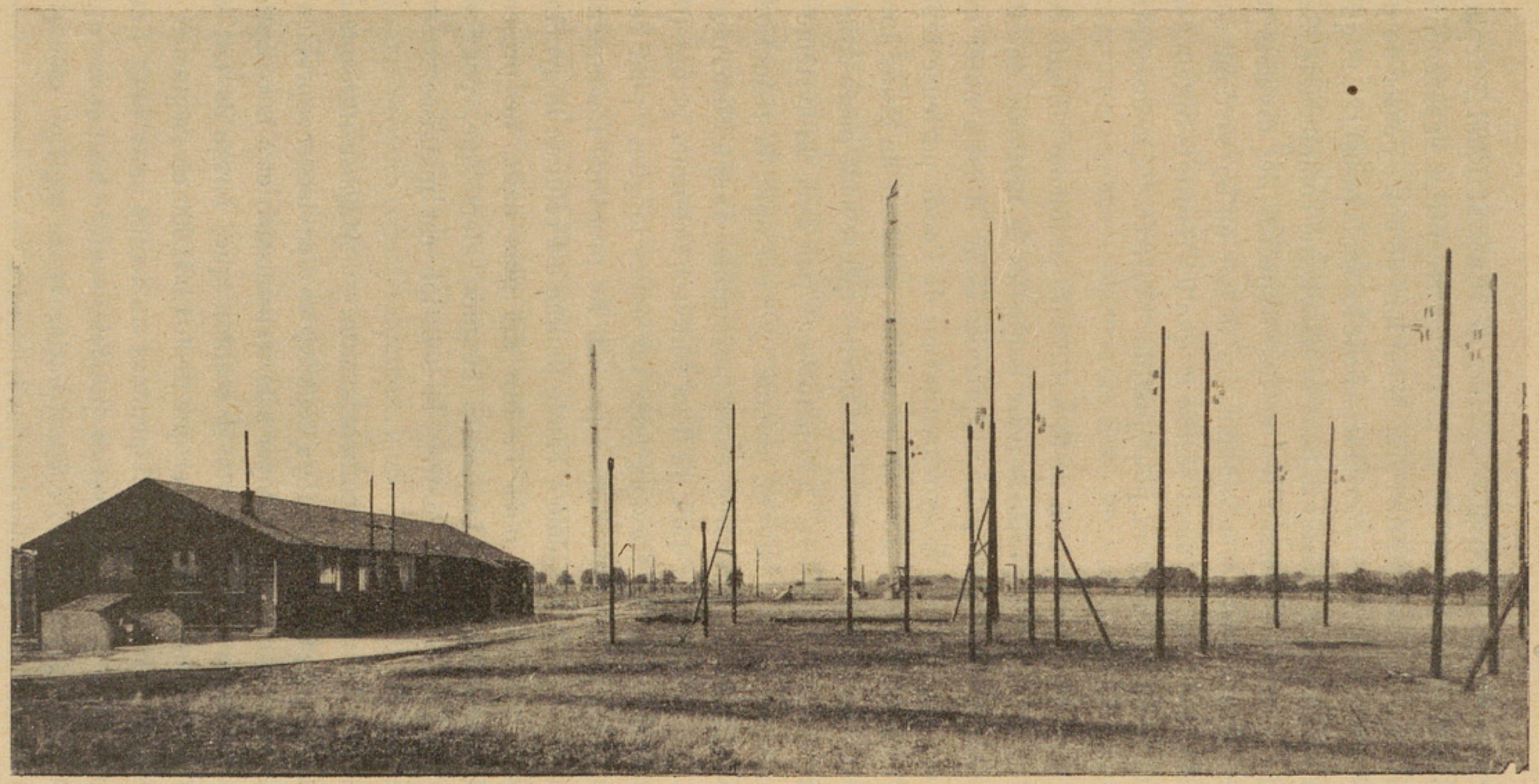
une excellente stabilité à la réception et un accord précis du récepteur.

A l'heure actuelle, les meilleurs récepteurs commerciaux sont établis pour une largeur de bande d'environ 8000 p : s, une marge de 1000 p : s sur chaque bande latérale étant nécessaire pour parer aux légères variations de fréquence de l'émetteur et aux petites modifications d'accord du récepteur. Il y a en usage beaucoup de récepteurs commerciaux à ondes courtes dont la largeur de bande est de 12000 ou 15000 p : s. Il est vrai que l'augmentation de cette largeur de bande n'augmentera pas sensiblement le niveau du bruit de fond du récepteur, étant donné que le seul bruit parasite à considérer, comme il a été dit plus haut, est celui qui résulte d'impulsions battant avec l'onde porteuse. Les impulsions espacées de plus de 3000 p : s de la fréquence de l'onde porteuse produisent des fréquences audibles qui peuvent être supprimées à un étage quelconque par l'introduction d'un filtre « passe-bas ». La réduction de la largeur de la bande de fréquences au voisinage immédiat de la limite théorique peut diminuer considérablement les interférences dues à d'autres stations, ce qui permet un espacement plus restreint entre deux voies adjacentes de l'éther.

Interférences. — Un autre avantage du système à bande unique est que l'interférence causée par une bande latérale sur un récepteur accordé sur une voie adjacente est moins gênante, en général, que les notes stables de battement produites par deux ondes porteuses voisines.

Augmentation du gain en présence de l'évanouissement sélectif. — En dernier lieu, comme il est montré à l'appendice I, un gain de 3 décibels est fréquemment obtenu en ce qui concerne le rapport du signal aux parasites.

D'un système commercial. — L'objet de cet article est la description d'un des systèmes possibles de communications à bande latérale unique appliqué aux ondes courtes et l'exposé des expériences faites par les laboratoires de l'International Telephone and Telegraph de Madrid en collaboration avec les laboratoires du Matériel téléphonique à Paris. Les essais ont été effectués entre la sta-



Station expérimentale de Trappes : poste et antennes de transmission.

tion commerciale de Pozuelo del Rey de l'International Telephone and Telegraph près Madrid et la station réceptrice expérimentale L.M.T. de Trappes, près de Paris. Il est loin de notre pensée de prétendre que les systèmes décrits ici soient les seuls possibles, ni qu'ils soient les meilleurs existants pour la téléphonie commerciale. Seul, l'avenir pourra déterminer les mérites respectifs des diverses méthodes. Nous insistons néanmoins sur le fait qu'un système commercial a été complètement réalisé et que les résultats obtenus ont été suffisamment heureux pour justifier l'intérêt d'une description détaillée.

Une brève description de la nature du problème affronté sera faite, en donnant les raisons pour lesquelles la méthode détaillée ci-dessous a été choisie pour un premier essai. Il est à noter que, dans ces expériences, la synchronisation de l'onde porteuse reproduite à la réception a été d'abord réalisée pendant un grand intervalle de temps. Il y a certains problèmes qui se sont posés dans ce travail et qui d'ordinaire n'apparaissent pas avec le système de transmission à deux bandes, comme, par exemple, la réduction à un niveau assez bas des fréquences indésirables dues à l'intermodulation. Ces difficultés, quoi qu'il en soit, sont connues et ont déjà été étudiées dans les travaux faits sur ondes longues ; pour cette raison, nous ne les détaillerons pas ici. Le problème fondamental à résoudre dans le système à bande unique est celui de la synchronisation, qui, comme nous l'avons dit plus haut, ne présente pas de difficulté pour les ondes longues, alors que, pour des ondes de l'ordre de 15 mètres, la solution est malaisée.

Le problème de la synchronisation. — *Méthode utilisant des oscillateurs indépendants.* — Il y a deux façons d'envisager ce problème.

La première est d'employer à la transmission et à la réception des oscillateurs indépendants si stables, que, lorsqu'ils ont été réglés de manière à ne différer que de 1 /1.000.000 en fréquence, ils conservent cet écart constant pendant un temps assez long. Cette méthode, bien que de réalisation possible, soulève néanmoins quelques difficultés sérieuses de construction et de réglage, même en ayant recours aux procédés les plus modernes.

Il est bien exact qu'en utilisant les meilleurs oscillateurs à quartz actuels à une température minutieusement contrôlée, cette précision du millionième a été obtenue et même dépassée aux laboratoires du Matériel téléphonique ; mais le problème devient plus difficile dès que l'on doit maintenir ces conditions en exploitation commerciale. Les mêmes remarques s'appliquent aux autres étalons de fréquence à grande précision, comme, par exemple, les oscillateurs à magnéto-striction, les diapasons, les oscillateurs automatiquement contrôlés par des pendules du précision et les meilleurs oscillateurs purement électriques dont les variations de fréquence sont compensés avec précision. Certes, une solution est probablement possible par toutes ces méthodes ; mais il semble malaisé de les prendre en considération dès que l'on se trouve sur un terrain commercial.

Méthode du signal pilote. — La seconde méthode générale consiste à utiliser un signal dit pilote, transmis en plus de la bande latérale unique et employé à synchroniser automatiquement l'oscillateur régénérant l'onde porteuse à la réception.

Considérons en détail les possibilités d'emploi de cette méthode. Les signaux pilotes peuvent être divisés en deux classes :

un signal pilote transmis seulement pendant un intervalle de temps en l'absence de parole ;

un signal pilote transmis de façon continue.

La première catégorie permet l'emploi de l'énergie maximum fournie par le transmetteur pour le signal ; mais il a un sérieux désavantage. En effet, les intervalles pendant lesquels il n'y a pas de signal pilote sont considérablement plus étendus que l'intervalle minimum nécessaire pour assurer un contrôle suffisant de la fréquence.

En ce qui concerne la seconde catégorie, tout signal pilote doit remplir les conditions suivantes : la tension maximum doit être petite comparée à la tension maximum de la bande latérale, sinon la puissance disponible dans la bande latérale serait très sensiblement réduite, ce qui irait à l'encontre de l'un des principaux avantages du système à bande latérale unique ; et la puissance du signal pilote ne doit pas augmenter d'une façon sensible la largeur de la bande nécessaire à la bande latérale.

Nous avons dès lors deux classes de signaux pilotes remplissant ces conditions :

a) Un signal pilote à basse fréquence, c'est-à-dire, soit une onde continue modulée à basse fréquence, soit deux ou plus de deux ondes battant ensemble à basse fréquence ; dans l'expression « basse fréquence » employée ici, nous comprenons aussi la fréquence donnée par un train d'impulsions ; la basse fréquence qui en résulte peut être employée de plusieurs façons ; un harmonique approprié de cette basse fréquence peut être employé, ou la fréquence des battements peut être utilisée à entraîner un moteur générateur synchrone dont la fréquence de sortie, convenablement multipliée, fournira ainsi le porteur local ; mais, quoique la méthode soit utilisée, les étages de multiplication de fréquences rendent le système complexe et augmentent les difficultés d'exploitation ; d'autre part, une petite variation de phase dans la basse fréquence entraîne quelques centaines de périodes de variation dans la haute fréquence ; de plus, une note de battement dépendant de deux ou de plus de deux ondes continues transmises est plus sujette à l'évanouissement spectral qu'un signal pilote à haute fréquence ;

b) Un signal pilote consistant en une ou plusieurs ondes continues à fréquence radio employé directement pour fournir ou contrôler l'onde porteuse locale ; l'onde continue, ou les ondes continues suivant le cas, doivent être convenablement réglées sur des fréquences à peine en dehors de la bande latérale, c'est-à-dire à 300 ou 400 p : s de la bande latérale de la parole ; éventuellement, une petite fraction de l'onde porteuse originale peut être transmise et utilisée comme signal pilote ; dans tous les cas, la puissance maximum du signal pilote doit être au moins inférieure de 15 décibels à la puissance maximum disponible à la sortie de l'émetteur l'utilisation d'un signal de puissance si faible n'est pas difficile si on l'examine au point de vue du rapport signal /parasite; en effet, étant donné que la fréquence de ce signal est relativement stable, des circuits ayant une très petite largeur de bande pourront être employés pour le déceler.

La largeur des bandes nécessaires pour la bande latérale est de 3000 p : s environ ; mais, quand on choisit la largeur de bande néces-

saire pour le signal pilote, on doit considérer seulement la variation maximum éventuelle de fréquence dans la transmission, c'est-à-dire la variation pendant la période où le circuit synchronisant n'a pas le temps de reprendre une nouvelle position stable ; des variations éventuelles de 15 p : s /sec sont probablement une limite maximum. Par conséquent, dans le cas d'un bon émetteur normal, si la largeur de bande nécessaire à la transmission du signal pilote est de l'ordre de 30 p : s /sec, nous voyons qu'il ne s'agit là que du centième de la bande nécessaire pour la bande latérale unique.

Comme il est mis en évidence dans l'appendice I, toutes choses égales d'ailleurs, l'énergie dissipée dans le bruit de fond est proportionnelle à la largeur de la bande. Le rapport des énergies signal/parasite, dans le cas d'un signal pilote de 20 décibels au dessous du niveau de la bande latérale, sera pratiquement le même que celui du rapport signal/parasite de la bande latérale elle-même. Comme ce dernier rapport doit être d'environ 10 à 15 décibels pour une bonne qualité de la parole, il est évident que le signal pilote sera reçu dans des conditions telles, que le bruit de fond n'en interdise pas l'utilisation.

Moyens d'utiliser un signal pilote. — Nous allons considérer quelques manières diverses d'employer de tels signaux. Comme on l'a montré sur la figure 1, les méthodes possibles peuvent être divisées en deux catégories :

1° La sélection, l'amplification et l'utilisation du signal pilote, comme onde porteuse locale, soit dans le cas où une partie de l'onde porteuse originale elle-même est transmise, soit dans le cas où la fréquence audible nécessaire est ajoutée ou soustraite ;

2° L'utilisation du signal pilote pour synchroniser un signal local.

En considérant les mérites respectifs de ces deux méthodes, il surgit un problème inhérent à la nature même des ondes courtes, qui est celui de l'évanouissement sélectif. Il arrivera souvent, en effet, qu'une fréquence donnée s'atténuera au dessous du niveau des bruits pendant un temps atteignant quelquefois une demi-seconde ; par conséquent, si l'on emploie un seul signal pilote, il faudra introduire une constante de temps telle, que l'onde porteuse

locale puisse subsister à la fréquence voulue pendant les périodes d'évanouissement. En pratique, c'est la principale difficulté du problème. Quand on utilise le signal pilote directement, cette constante de temps peut prendre la forme d'un circuit résonant de faible amortissement. Cet amortissement doit être extrêmement faible. En réalité, étant donné que la constante de temps nécessaire peut être supérieure à une demi-seconde, un tel circuit oscillant est très difficile à obtenir, même quand l'élément résonant est un cristal de quartz.

En supposant qu'un tel circuit soit réalisé, il faudrait en associer un grand nombre avec des courbes de résonance se recouvrant, afin de couvrir la totalité de la fluctuation de la fréquence transmise. Comme on doit considérer que cette fluctuation peut atteindre plusieurs centaines de périodes et comme la largeur de chaque courbe de résonance est plus petite qu'une demi période, il est clair que cette solution devient encombrante et peu pratique.

Une amélioration considérable peut naturellement être obtenue par l'emploi de deux ou de plus de deux signaux pilotes, par exemple deux signaux placés chacun à chaque extrémité de la bande latérale. Pendant une période d'évanouissement sélectif, ces deux signaux pilotes ne s'atténueront simultanément au dessous du niveau des bruits que seulement à de rares intervalles et pendant un temps très court. Si des dispositions spéciales sont prises, par exemple l'emploi d'un relais, pour utiliser le plus grand de ces deux signaux pilotes pour commander l'onde porteuse, la constante de temps du circuit résonant peut être considérablement diminuée. Mais, même dans ce cas, cette solution n'est pas très pratique.

Synchronisation automatique d'un oscillateur local par un signal pilote. — Etudions maintenant en détail la seconde manière d'employer un signal pilote à haute fréquence devant synchroniser automatiquement un oscillateur local. Dans ce cas, il est tout de suite évident que le problème de la constante de temps est considérablement simplifié, et nous diviserons les méthodes possibles en trois catégories :

1. les méthodes reposant sur des réalisations mécaniques ;
2. les méthodes employant des procédés thermiques ;

3. les méthodes purement électriques.

Avant d'entrer dans les détails, nous examinerons l'application générale des trois méthodes, en comparant leurs avantages respectifs.

La première question qui se pose immédiatement est la valeur de la constante de temps nécessaire. Celle-ci dépend du nombre de signaux pilotes employés. Si l'on en utilise un seul, la constante de temps du circuit commandant la fréquence doit être telle que, quelle que soit la durée de l'évanouissement du pilote, la fréquence de l'oscillateur ne varie pas de plus de 20 p : s. D'autre part, la constante ne doit pas être grande au point de ne pas suivre les fluctuations de la fréquence reçue ; ces dernières variations sont dues à deux causes :

a) les variations accidentelles dues à l'émetteur lui-même,

b) les variations de fréquence dues à la voie de transmission dans l'éther.

La première catégorie de variations, avec n'importe quel émetteur muni d'un bon maître-oscillateur, est toujours très progressive : en fait, un taux de variation de quelques centaines de périodes par heure est le maximum qui soit actuellement toléré ; supposons une variation de 10 p : s pour une durée d'une minute comme étant la limite maximum pour ce genre de variation. A l'heure actuelle, il y a peu de données concernant le second type de variation dont il a été question ci-dessus. Néanmoins, il est très rare que ces variations dépassent 10 p : s, à cause des modifications rapides de la longueur de la voie de transmission. De même, il est peu probable que cette variation de 10 p : s se manifeste pendant des périodes plus petites qu'une ou deux secondes. Admettons une variation de 10 p : s comme limite supérieure de ce genre d'altération de fréquence. Pour autant que ce dernier chiffre atteigne rarement 10 p : s, nous voyons immédiatement qu'on peut en négliger les effets quand on juge au point de vue de la qualité dite commerciale de la parole. De ce qui précède, nous sommes conduits à choisir le taux de variation de 10 p:s pendant une minute comme étant le maximum auquel sera assujettie la constante de temps du circuit commandant la fréquence. En nous reportant à ce qui a été dit

plus haut, la constante de temps devra être telle, que la fréquence ne puisse jamais varier de plus de 20 périodes en une demi-seconde.

Il est maintenant clair qu'entre ces deux limites un appareil peut être exécuté d'une façon satisfaisante et basé sur l'une quelconque des trois méthodes précitées (mécanique, thermique ou purement électrique).

Quelques procédés mécaniques, comme, par exemple, la rotation du vernier du condensateur de l'oscillateur en concordance avec la fréquence du signal pilote reçu, peuvent être employés. En comparant un tel système avec les deux autres, il est difficile d'en voir la supériorité. En effet, il a un certain nombre de désavantages, comme, par exemple, les bruits reçus dans le récepteur venant des déclanchements de relais, bruits de moteurs, etc... Il est probable aussi que l'entretien convenable d'un tel équipement par des interrupteurs ordinaires serait moins satisfaisant, ce qui n'aurait pas lieu pour les deux autres méthodes.

Considérons maintenant la méthode thermique : un moyen pratique consisterait à obtenir que la fréquence pilote changeât la température de contrôle du thermostat de l'oscillateur local, qui, dans ce cas, serait du type à quartz. La constante de temps thermique obtenue par ce procédé peut être ajustée à une valeur compatible avec les deux limites dont il est question plus haut. Un tel oscillateur aurait l'avantage d'être extrêmement protégé contre les variations de fréquence, à l'exception de celle qui est voulue. En pratique, un tel système thermique peut être recommandé, en tenant compte de nombreux facteurs.

La commande de la fréquence peut être aussi obtenue très simplement par des procédés purement électriques. L'un d'entre eux, décrit en détail plus loin, est le système qui a été utilisé avec succès pendant les essais que nous allons développer. Au point de vue de la qualité commerciale de la parole seulement, la supériorité d'un système de contrôle purement électrique sur les procédés thermiques est douteuse. La véritable raison qui a guidé le choix des laboratoires du L.M.T. est basée sur d'autres considérations.

Raisons qui ont guidé le choix d'une méthode purement électrique. — En considérant le développement futur probable de la T.S.F.

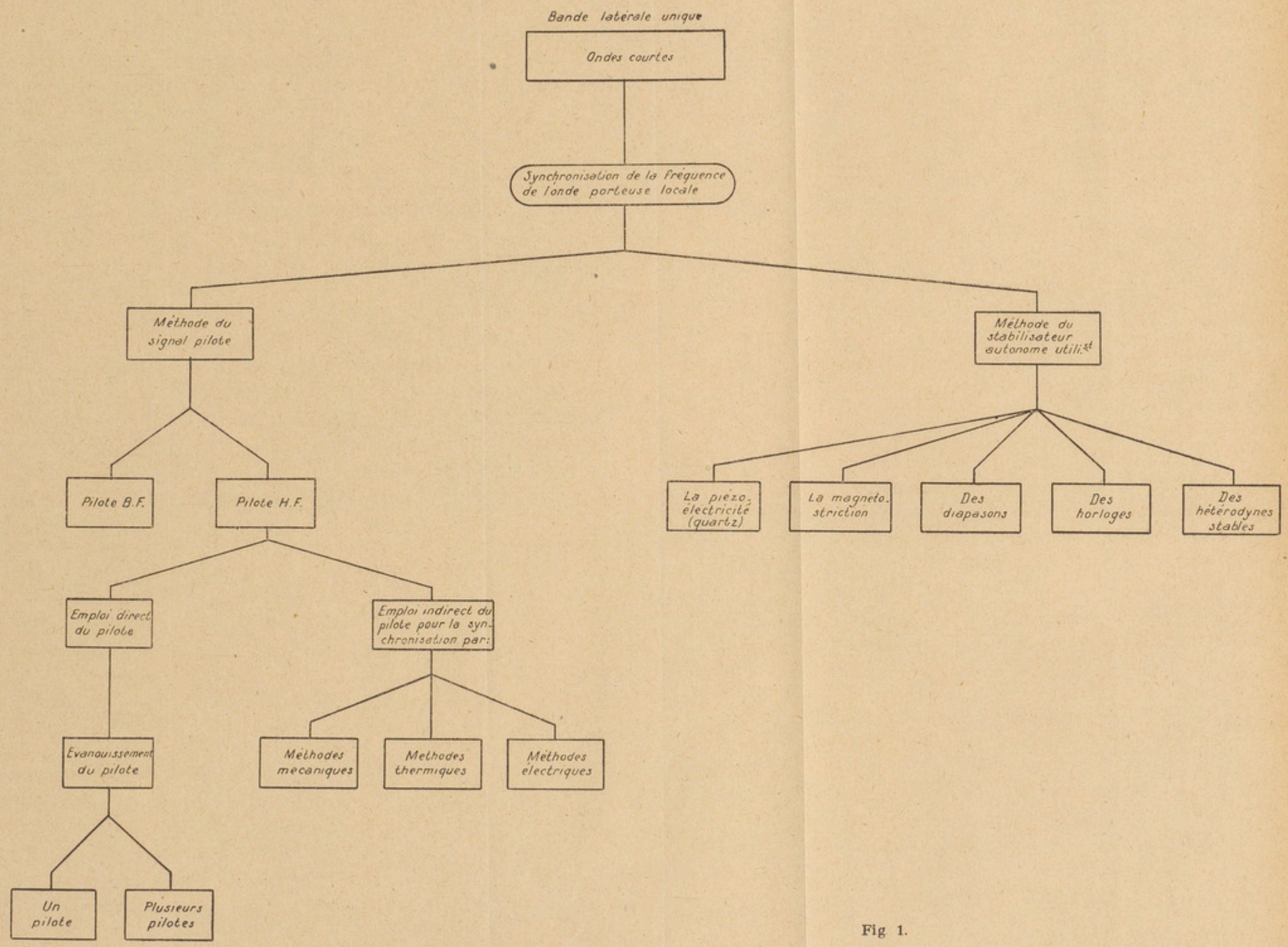

Bande latérale unique
Ondes courtes
Synchronisation de la fréquence de l'onde porteuse locale
Méthode du signal pilote
Méthode du stabilisateur autonome utili.st
Pilote B.F.
Pilote H.F.
La piezo-électricité (quartz)
La magneto-striction
Des diapasons
Des horloges
Des hétérodynes stables
Emploi direct du pilote
Emploi indirect du pilote pour la synchronisation par:
Evanouissement du pilote
Méthodes mecaniques
Methodes thermiques
Méthodes électriques
Un pilote
Plusieurs pilotes

Fig 1.

pendant les années à venir, il est presque certain que le système de communications à bande latérale unique sera de grande utilité, non seulement pour les liaisons radio-téléphoniques mais aussi pour la télégraphie, la téléphotographie et la télévision. Nous avons dès lors pensé qu'il valait mieux commencer les essais avec un système déterminé dont les principes généraux pourraient être étendus plus tard aux applications précitées.

Dans le cas de ces applications, il n'est pas suffisant que l'onde porteuse transmise et reçue soit synchronisée avec une précision de 20 périodes par seconde ; cela est vrai aussi, d'ailleurs, dans le cas où il est nécessaire d'obtenir une qualité de parole parfaite. Par exemple, il est essentiel d'éviter la distorsion produite par les variations de phase, et ceci ne peut être obtenu que par la synchronisation exacte des fréquences et par le maintien entre deux limites étroites des variations de phase entre les deux oscillateurs. Cette nécessité écarte d'office toute méthode basée sur l'utilisation d'oscillateur indépendant à chaque extrémité de la liaison. Elle écarte aussi pratiquement toute méthode mécanique et thermique d'utilisation d'une voie de fréquence pilote, comme nous allons l'expliquer.

Dans la transmission à ondes courtes, même quand le signal est reçu par une seule voie, les phases des composantes de la bande latérale présentent fréquemment une distorsion de part et d'autre de leur valeur normale, ceci étant dû au fait que la longueur de la voie de transmission n'est pas constante. Si la réception par plus d'une voie est écartée, il résulte simplement un retard variable entre l'émetteur et le récepteur, c'est-à-dire que la distorsion due à la variation de phase de chaque composante est directement proportionnelle à cette fréquence. Prenons le cas d'une bande latérale large de 20.000 p:s dans un spectre de 20.000.000 p:s, ce qui signifie que la variation de phase sera constante à 0,1 % près pour toutes les composantes de la bande latérale et du signal pilote et pourra être suffisamment bien compensée par une correction de phase à toute fréquence. Pour compléter ce résultat, il est nécessaire que la phase de l'onde porteuse puisse régénérer les variations de phase du signal pilote.

Ces fluctuations peuvent quelquefois être très rapides ; en conséquence, il est essentiel que la constante de temps pour la synchronisation à la réception soit très petite, c'est-à-dire une petite fraction de seconde. On voit immédiatement qu'une si petite constante est sinon impossible, du moins difficile à obtenir par des procédés mécaniques ou thermiques. L'utilisation des procédés purement électriques simplifie considérablement le problème et permet d'obtenir des constantes de temps assez courtes pour satisfaire tous les cas rencontrés dans la pratique.

Bien que le système employé par les laboratoires de L.M.T. ne soit pas celui d'une synchronisation parfaite, il est basé sur une méthode purement électrique qui pourra être modifiée plus tard, quand il sera nécessaire d'obtenir une synchronisation parfaite. Une autre condition nécessaire, en ce qui concerne la constante de temps, c'est de pouvoir varier tout en suivant exactement les fluctuations de phase et de fréquence. En tenant compte de la voie de transmission, la constante de temps doit être très petite ; mais d'autre part, pendant l'évanouissement du signal pilote, la constante de temps doit être suffisamment longue pour que l'oscillateur garde sa puissance et sa phase entre les limites nécessaires. Cela ne peut être résolu qu'au moyen d'une constante de temps dont la valeur est changée automatiquement pendant ces atténuations de signal ; cette condition particulière ne peut être réalisée que par des procédés purement électriques.

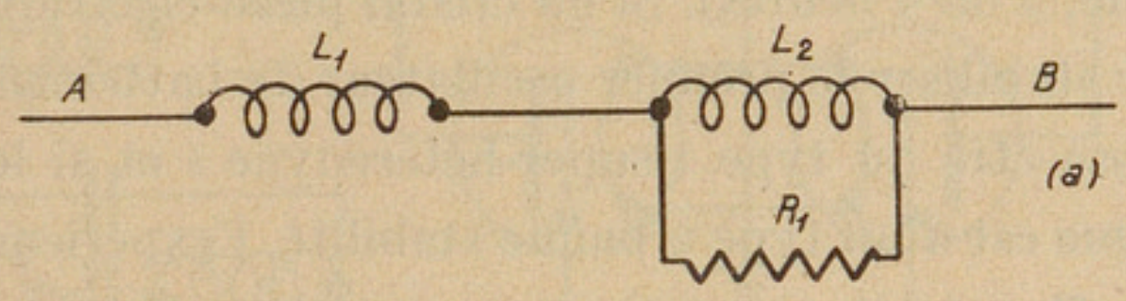
En utilisant une réalisation mécanique, nous pouvons naturellement nous arranger pour que la constante de temps soit très longue pendant l'évanouissement : par exemple, en arrêtant la commande du condensateur d'accord au moyen d'un débrayage ; mais de tels dispositifs opèrent lentement, et dans tous les cas, comme il a été dit plus haut, la constante de temps ne peut être obtenue assez courte quand le niveau du signal pilote est élevé. Il est aussi très difficile de concevoir un système simple pour faire varier la constante de temps au moyen de procédés thermiques.

Quelques méthodes purement électriques et détail de ces dernières. — Considérons plusieurs moyens possibles, purement électriques, de changer la fréquence ou la phase de l'oscillateur.

La solution la plus évidente est peut-être d'avoir un oscillateur à noyau de fer, au moyen duquel la fréquence pourrait être changée en saturant partiellement le noyau. Cette méthode, cependant, ne peut convenir qu'à des fréquences relativement basses.

Un second moyen possible serait d'utiliser le phénomène qui, en quelque sorte, caractérise n'importe quel oscillateur électrique : variation de la fréquence obtenue par un changement de la polarisation de la grille. Par cette méthode, cependant, il est difficile d'obtenir de grands changements de fréquence.

La troisième méthode, celle utilisée dans ces expériences, est



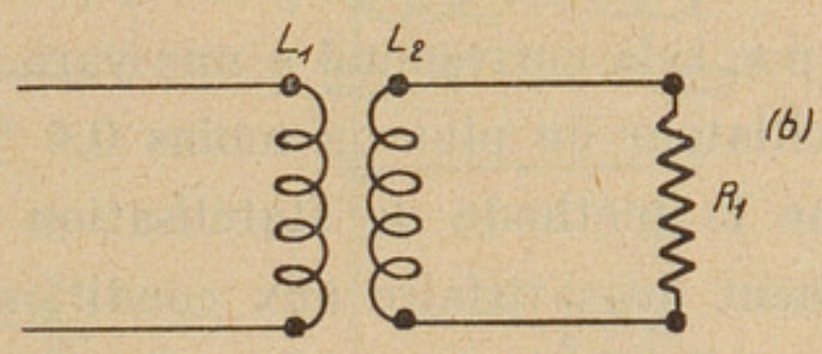


Fig. 2.

illustrée par la figure 2. En 2-a, une petite inductance, shuntée par une résistance, est connectée en série avec une autre inductance. Il est clair, si l'on se réfère à l'appendice II, que l'inductance résultante entre les points A et B de la combinaison dépend de la valeur de la résistance. Le même résultat s'applique évidemment aux circuits représentés en 2-b, sauf que le coefficient de couplage entre L_1 et L_2 est égal à 1. Si L_1 est la bobine d'accord d'une triode oscillant, la fréquence de cet oscillateur dépendra de la valeur de R. La résistance R peut maintenant être remplacée par la résistance filament-plaque d'une seconde triode. Dans ce cas, la fréquence de la triode oscillatrice peut être en général fonction de la polarisation de la grille de la triode régulatrice. C'est cette dernière méthode

qui a été trouvée plus convenable en pratique, au cours des expériences ici décrites. Une triode régulatrice de faible résistance filament-plaque (environ 2.000 ohms) est employée. Si la fréquence moyenne utilisée est de 500.000 p:s un changement de plus ou moins 5 % peut facilement s'obtenir.

La question qui se présente maintenant est de savoir de combien la fréquence doit changer. La réponse à cette question dépend évidemment du degré de stabilité de la fréquence transmise et de a fréquence moyenne de l'oscillateur de réception lui-même qu'il est nécessaire d'assurer pendant d'assez longues périodes de temps (par exemple, 3 ou 4 heures). Si un cristal piézo-électrique peut être utilisé pour stabiliser le premier oscillateur de battement du récepteur (supposé être du type « super-hétérodyne » et si le transmetteur lui-même est d'un type à bonne stabilité, l'expérience a montré qu'il est suffisant d'envisager une variation de plus ou moins 3.000 p:s dans le cas le plus défavorable. Si la fréquence intermédiaire du récepteur super-hétérodyne (ou la première fréquence intermédiaire dans le cas d'un récepteur comprenant plus de deux détecteurs) est de 500.000 p:s, cela correspond à une variation relative de fréquence de l'oscillateur de plus ou moins 0,6 % ; il est clair, par conséquent, que la méthode de stabilisation expliquée ci-dessus permet amplement de satisfaire aux conditions requises.

Détails du système adopté. — La triode stabilisatrice décrite ci-dessus peut maintenant être commandée par la fréquence du signal pilote. La méthode de commande dépend évidemment du degré de précision nécessaire dans le maintien du synchronisme nécessaire. Dans ces expériences, une première approximation seulement a été recherchée, et le circuit utilisé pour cela est montré sous une forme simplifiée sur la figure 3. En A, sont représentés l'amplificateur à haute fréquence, le premier oscillateur de battement, le premier détecteur et l'amplificateur de première fréquence intermédiaire du récepteur.

Le courant résultant de 500.000 p:s à appliquer au redresseur B se compose avec une petite dérivation du courant produit par l'oscillateur de synchronisation C, dont la fréquence moyenne est de 504.000 p:s par exemple ; le débit du redresseur B est amplifié

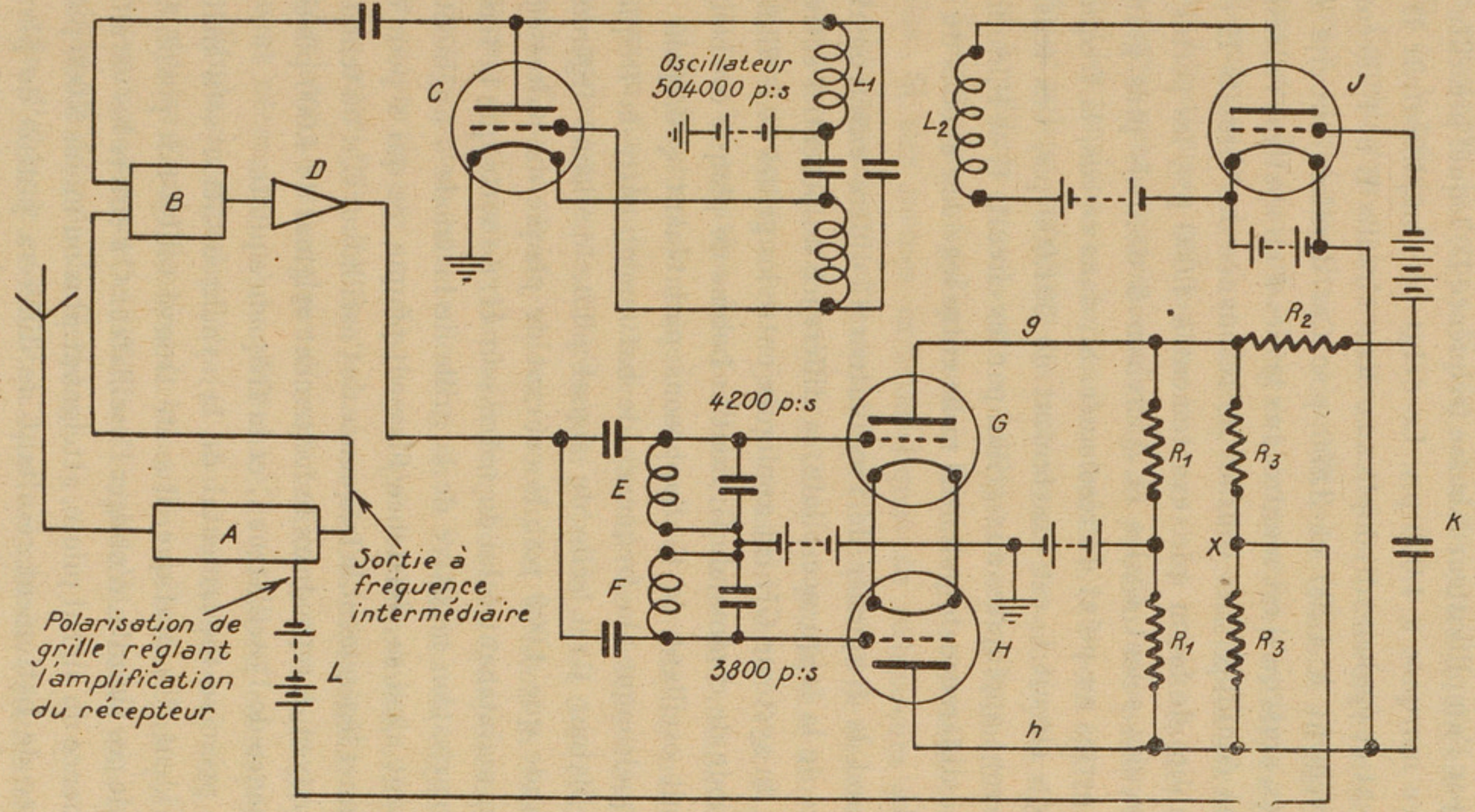

Oscillateur
504000 p:s
C
L1
L2
J
B
D
A
Sortie à
fréquence
intermédiaire
Polarisation de
grille réglant
l'amplification
du récepteur
L
E
F
4200 p:s
3800 p:s
G
H
g
h
R2
R1
R3
X
K

Fig. 3.

ensuite par l'amplificateur à basse fréquence D, lequel présente une résonance marquée à 4.000 p:s. Le débit de l'amplificateur D est faiblement et également couplé aux deux circuits E et F, accordés respectivement à 4.200 et 3.800 p:s. Ces derniers circuits sont connectés, ainsi qu'il est montré, aux grilles d'un système redresseur GH, bien équilibré. Les courbes de résonance des circuits E et F sont établies de façon que, exactement à 4.000 p:s, les pertes des deux circuits soient égales et d'environ 8 décibels plus grandes que les pertes au point de résonance. Si, dans ce cas, la fréquence propre du circuit C est exactement de 504.000 p:s, des tensions égales seront appliquées aux grilles par les circuits E et F, donnant ainsi une différence de potentiel nulle entre les deux anodes du système GH.

Quand la fréquence de l'oscillateur C diffère exactement de 4.000 p:s de la fréquence pilote, la différence de potentiel entre les plaques du système GH est appliquée entre les grilles et le filament de la triode de commande G, dont la bobine de plaque est couplée au circuit oscillant de C. Supposons maintenant que, pour une raison quelconque, la fréquence de battement entre la fréquence de l'oscillateur C et celle du signal pilote devienne légèrement plus grande que 4.000 p:s ; le courant de plaque du redresseur G excèdera maintenant celui du redresseur H, de sorte que la tension de la polarisation négative de la grille de la triode J augmentera, accroissant ainsi sa résistance filament-plaque, ce qui a pour effet de diminuer légèrement la fréquence de l'oscillateur C, d'où tendance, par ce moyen, à reproduire le battement original de 4.000 p:s entre la fréquence de l'oscillateur C et la fréquence pilote.

Le principe fondamental de la synchronisation sera maintenant évident. En pratique, il a été trouvé tout-à-fait possible, au moyen de ces circuits, d'obliger l'oscillateur C à suivre les variations de fréquence du signal pilote, atteignant plus ou moins 5.000 p:s ; la fréquence de battement résultant ne différera jamais de plus de 20 p:s de la valeur normale de 4.000 p:s. La figure 3 explique aussi comment une constante de temps est attribuée aux circuits de synchronisation. La résistance R_2 est d'environ 5 mégohms et le condensateur K est d'environ 20 microfarads, l'ensemble donnant donc

une constante de temps de 100 secondes entre le circuit GH et la grille de la triode J.

Considérons maintenant un autre fait, mis en évidence sur la figure 3, et qui constitue une condition essentielle au parfait fonctionnement du système. Il est évidemment impossible, en pratique, d'obtenir des triodes G et H dont les caractéristiques soient exactement identiques ; en d'autres termes, si les intensités des courants anodiques sont rigoureusement égales pour un cas particulier dans lequel les tensions aux bornes des circuits E et F sont égales et d'une certaine valeur, les débits des redresseurs ne seront plus rigoureusement équilibrés quand cette valeur ne sera plus la même, quoique les deux tensions appliquées aux circuits E et F soient toujours égales. Si des mêmes caractéristiques de redresseurs pouvaient être rigoureusement obtenues, l'équilibre parfait de deux courants de plaque ne pourrait pas être utilisé en pratique : une certaine différence de tension est toujours nécessaire entre G et H, afin de provoquer la variation désirée de la fréquence de l'oscillateur C.

Si maintenant la fréquence demeure invariable, mais que le niveau du signal pilote soit accru (après une période d'évanouissement, par exemple), la différence de potentiel entre G et H sera augmentée d'une certaine valeur, le résultat tendant à modifier la fréquence de C : par exemple, la fréquence de C dépendra, jusqu'à un certain point, non seulement de la fréquence du signal pilote, mais encore de son amplitude, ce qui doit être évité. Afin de surmonter cette difficulté, due aux deux causes mentionnées ci-dessus, un régulateur automatique d'amplification a été ajouté. Il est simplement nécessaire qu'une différence de potentiel correspondant à l'amplitude du signal pilote (et non à sa fréquence) soit utilisée, pour réduire l'amplification du récepteur de telle façon qu'une très petite variation de cette différence de potentiel cause une variation considérable du gain du récepteur.

Afin d'obtenir ce résultat dans un circuit schématisé par la figure 3, la résistance R_3 est ajoutée, et le potentiel du point médian X sera la moyenne des potentiels de G et de H. Quand la fréquence de battement est voisine de 4.000 p:s, c'est-à-dire au moment où les potentiels de G et de H varient en sens inverse mais d'une quan-

tité presque égale, quand la fréquence varie, le potentiel de X dépendra presque exclusivement de l'amplitude du courant pilote et non pas de sa fréquence.

Le régulateur d'amplification est, en fait, très semblable à celui qu'on utilise couramment pour contrebalancer les phénomènes d'évanouissement dans les récepteurs usuels utilisés par l'International Telephone and Telegraph Corporation pour le trafic au moyen d'ondes courtes. Par ce moyen, quand le niveau du signal pilote varie d'une valeur à peine supérieure au niveau des bruits, jusqu'à plus de 60 décibels au dessus de ce niveau, la tension à 4.000 p : s appliquée aux grilles E et F ne change que d'environ 10 %. La constante de temps de ce régulateur automatique de gain est choisie assez courte pour pouvoir suivre les phénomènes d'évanouissement les plus rapides rencontrés en pratique (en négligeant évidemment l'évanouissement très rapide à plus de 20 p:s qui peut se présenter, mais qui est généralement de faible durée. On a trouvé, pour valeur convenable de cette constante de temps, environ 1 /20 de seconde.

Il est maintenant évident que c'est seulement lorsque le signal pilote tombe au dessous du niveau des bruits que le réglage continu de l'oscillateur local est défaillant. Considérons le cas où le signal pilote est émis avec une puissance de 20 décibels au dessous de la valeur de pointe de la bande latérale et où les conditions sont telles, que le rapport des tensions du signal et des bruits est de l'ordre de 3 (valeur minimum admissible pour qu'un circuit soit dit commercial); le signal pilote au récepteur est rarement tombé, en pratique, au dessous du niveau des bruits pendant plus d'un dizième de seconde et jamais, en tous cas, pendant plus d'une demi-seconde. Ces chiffres, évidemment, ne sont basés que sur des résultats obtenus entre Madrid et Paris pendant une période d'environ cinq mois et en utilisant une longueur d'onde particulière (52 mètres) ainsi qu'un système particulier d'antenne à chaque extrémité ; il est donc difficile de dire que les chiffres ci-dessus ont un caractère général, ceci restant à être vérifié. La constante de temps du circuit commandant la fréquence constituée par la résistance R_2 et le condensateur K est suffisante pour bien maintenir la fréquence de l'oscillateur C

dans les limites requises pendant les périodes d'évanouissement les plus défavorables d'une demi-seconde.

Projet de l'ensemble récepteur. — Ayant obtenu une synchronisation suffisamment précise, la question qui se présente ensuite est le projet du récepteur. Il est clair qu'un récepteur idéal à bande latérale unique devrait tenir compte de la précision avec laquelle il est possible de maintenir la stabilité de fréquence afin de réduire la largeur de bande traversant les circuits à fréquence téléphonique jusqu'à sa limite théorique d'environ 3.000 p:s. Ceci peut être fait plus commodément en utilisant un récepteur à triple détection, la première fréquence intermédiaire étant de l'ordre de 500.000 p:s et la deuxième fréquence intermédiaire étant voisine de 50.000 p:s.

Le premier oscillateur de battement est commandé par un cristal, le second oscillateur étant automatiquement commandé par le signal pilote d'une telle façon que la seconde fréquence intermédiaire résultante ne varie jamais de plus de 20 p:s. Les filtres passe-bande à 500.000 p:s ont une marge d'environ plus ou moins 4.000 p:s en plus de la largeur nécessaire au passage de la bande latérale unique et du pilote, donnant ainsi une largeur de bande totale d'environ 12.000 p:s ; le degré final de haute sélectivité est obtenu par un filtre passe-bande placé dans les circuits transportant la seconde fréquence intermédiaire (50.000 p:s).

Etant donné que les fréquences de la bande latérale à cet étage ont été convenablement stabilisées, ce second filtre de bande peut être réglé avec grande précision, de manière à couper exactement les deux fréquences limitant la bande latérale unique désirée. Le récepteur actuellement utilisé dans les essais décrits ici a été étudié de telle sorte que la seconde fréquence intermédiaire est plutôt voisine de 20.000 p:s que de 50.000 p:s, simplement parce que l'appareillage à 20.000 p:s était disponible immédiatement.

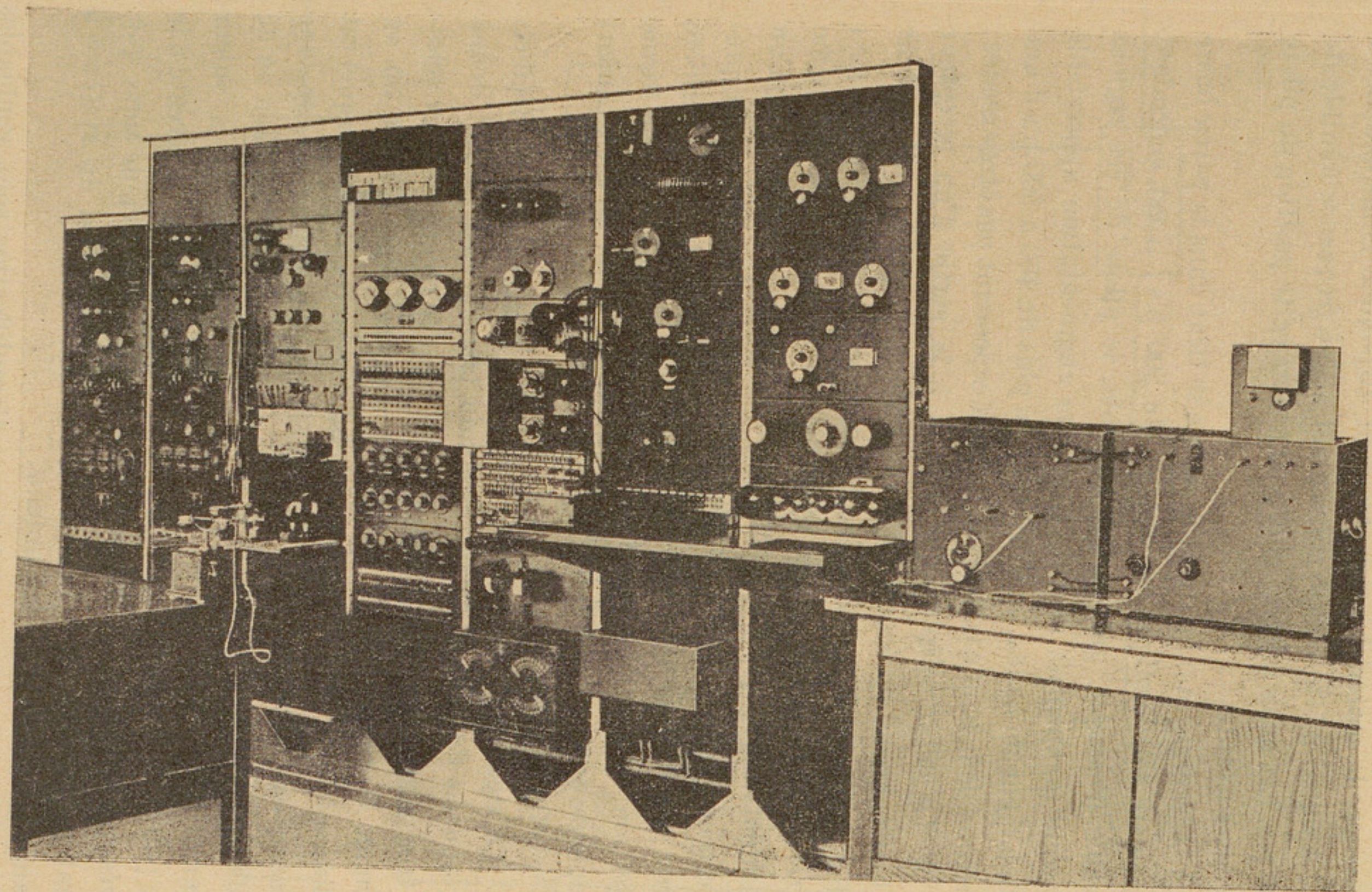
Le point suivant à considérer, dans le projet d'un système complet de réception, est celui de l'élimination, autant qu'il est possible, de l'évanouissement des courants vocaux débités par l'appareil. Ainsi qu'il a été remarqué précédemment, les phénomènes d'évanouissement des ondes courtes peuvent être grossièrement

divisés en deux classes : évanouissement spectral synchrone et évanouissement sélectif. Pendant les périodes d'évanouissement sélectif, en général, le niveau moyen dans la totalité de la bande latérale ne change pas considérablement et le gain du récepteur devrait par conséquent rester constant. Quand, par ailleurs, des périodes d'évanouissement spectral synchrone apparaissent, il est nécessaire de faire varier l'amplification du récepteur dans un sens tel et d'une quantité telle, que l'évanouissement soit automatiquement compensé.

La meilleure méthode serait presque certainement d'utiliser deux ou plus de deux signaux pilotes ; par exemple, un signal pilote à chaque extrémité de la bande latérale unique. Le niveau moyen de ces deux signaux pilotes donnerait alors une bonne idée du niveau moyen de réception de toutes les fréquences comprises dans le spectre transmis et par conséquent de l'importance des phénomènes d'évanouissement synchrone existants.

La différence de fréquence des deux signaux pilotes pourra être choisie de telle façon que l'évanouissement sélectif ne changera pas, en général, leur valeur moyenne d'une quantité appréciable. Si ce dernier niveau moyen était alors utilisé pour régler l'amplification du récepteur utilisé pour la parole, il semble probable que le débit téléphonique moyen resterait substantiellement constant dans la plupart des cas. Cette méthode, cependant, n'a pas été expérimentée dans les essais actuels. Une autre ligne d'attaque est basée sur le fait que, en général, l'évanouissement sélectif est de courte durée, alors que l'évanouissement spectral synchrone est de longue durée. Si deux régulateurs automatiques de gain sont utilisés conjointement, l'un à constante de temps courte pour le pilote exclusivement, ainsi qu'il est expliqué ci-dessus, et l'autre à constante de temps de l'ordre de 30 secondes ou plus pour la parole et le pilote, il a été trouvé qu'il en résultait un niveau de parole assez constant.

Ce moyen de maintenir le niveau de parole aussi constant que possible n'est pas parfait. Cependant, étant donné que les évanouissements synchrone et sélectif ont des durées différentes, la constante ne peut jamais être absolue par aucun moyen. Le diagramme du



Vue générale du récepteur.

circuit complet utilisé est donné par la figure 4. Les constantes n'ont pas, dans tous les cas, leur valeur optimum, mais sont déterminées par le matériel qui se trouvait disponible immédiatement.

Le signal pilote utilisé correspond à une fréquence audible de 3.400 p:s. Les deux raisons ayant déterminé cette position du pilote sont les suivantes :

1° L'énergie maximum de la parole se tient dans la partie basse du spectre téléphonique au dessous de 500 p:s ; il est cependant conseillé d'espacer, autant que possible, le pilote de ces régions d'énergie maximum ; afin d'éviter une augmentation appréciable de la largeur de bande, une distance de plus de 400 à 500 p:s d'une extrémité de la bande latérale ne devrait cependant pas être excédée ;

2° Le débit téléphonique obtenu à la sortie d'un récepteur ordinaire, quand on écoute un transmetteur tel que le transmetteur utilisé, donnera un spectre audible inversé et déplacé de 400 p:s ; un tel débit est pratiquement inintelligible, rendant ainsi le système confidentiel, quoique évidemment non absolument secret, puisqu'un détecteur oscillant dont la fréquence correcte a été réglée avec précision pourra toujours donner une parole intelligible ; cette dernière objection s'applique aussi, évidemment, à n'importe quelle forme simple de système secret basé sur une inversion ou un déplacement du spectre audible.

Le signal pilote est normalement à un niveau de 20 décibels au dessous du niveau de surcharge du transmetteur. Etant donné la très petite largeur du spectre utilisé dans le récepteur pour sélectionner le signal pilote, le rapport résultant signal/bruit dû au pilote est à peu près le même que celui du spectre audible, lequel est d'un niveau plus élevé de 10 décibels ou plus encore. Il est donc suffisant d'utiliser n'importe quel procédé de synchronisation ou de régulation d'amplification. La réduction nécessaire de la valeur de pointe de la bande latérale pour éviter la surcharge inhérente à la présence du pilote est très petite (de l'ordre de $0^{dB},1$), de sorte que, pratiquement, le gain total consécutif à l'adoption du système à bande latérale unique est obtenu.

Les régulateurs automatiques d'amplification sont semblables à ceux qui sont déjà utilisés dans les récepteurs commerciaux

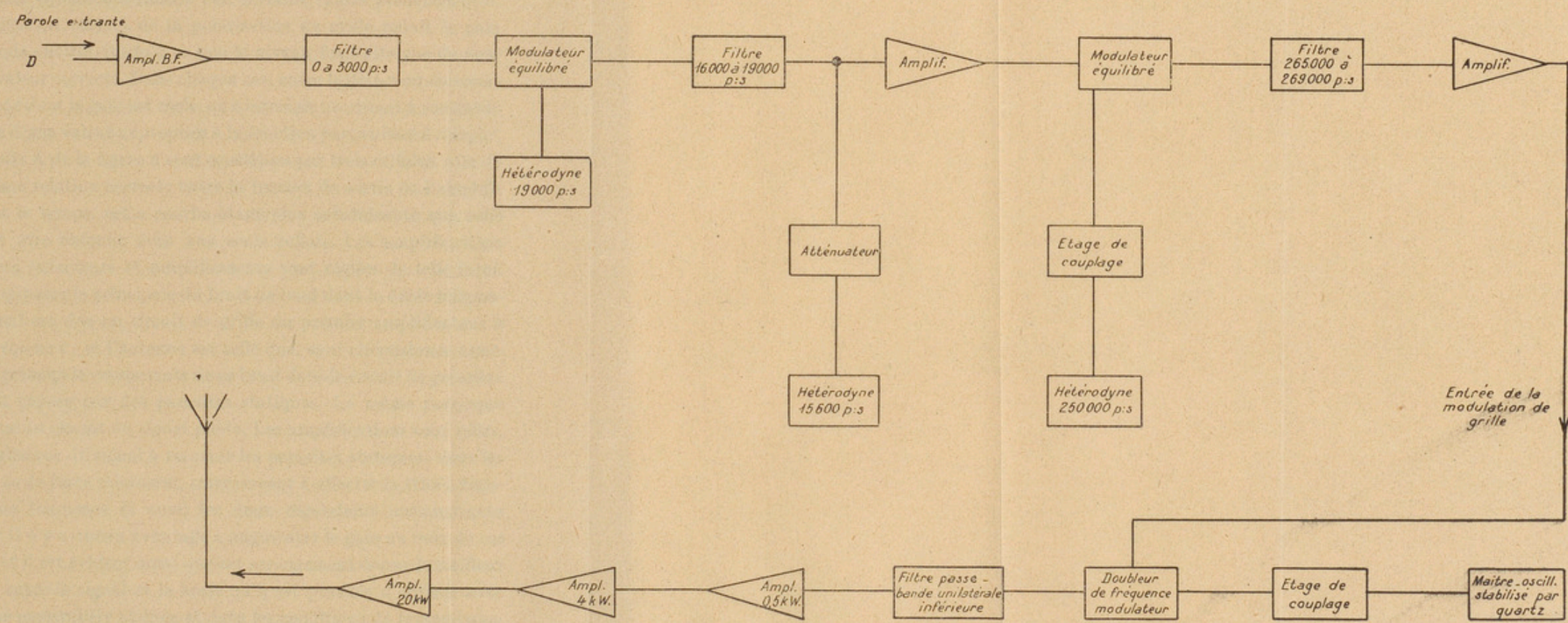

Parole entrante
D
Ampl. B.F.
Filtre 0 à 3000 p:s
Modulateur équilibré
Hétérodyne 19000 p:s
Filtre 16000 à 19000 p:s
Atténuateur
Hétérodyne 15600 p:s
Amplif.
Modulateur équilibré
Etage de couplage
Hétérodyne 250000 p:s
Filtre 265000 à 269000 p:s
Amplif.
Entrée de la modulation de grille
Maitre-oscill. stabilisé par quartz
Etage de couplage
Doubleur de fréquence modulateur
Filtre passe-bande unilatérale inférieure
Ampl. 0,5 kW.
Ampl. 4 kW.
Ampl. 20 kW

Fig. 5.

d'ondes courtes réalisés par les laboratoires Bell, et l'International Telephone and Telegraph C°. Le fonctionnement consiste simplement en un accroissement rapide de la tension de polarisation de grille d'un détecteur ou d'un amplificateur dans le premier étage du récepteur. Dès que le courant continu débité par le dernier détecteur devant être commandé excède une certaine limite prédéterminée, un changement correct de la polarisation de grille réduit le gain de la triode choisie, jusqu'à ce que le niveau final atteigne de nouveau la valeur correcte. Dans chaque cas, entre le détecteur de sortie et la triode dont le gain est réglé, on a intercalé un circuit à constante de temps d'une valeur appropriée à la fonction particulière à remplir. Les circuits A de la figure 4 sont constitués par trois cellules, afin de donner une relation correcte entre la tension de sortie de l'amplificateur et le temps, cette courbe étant plus satisfaisante que celle qui peut être obtenue avec une seule cellule. Les amplifications des divers détecteurs et amplificateurs sont réglées de telle façon que la composante principale du bruit de fond dans le débit téléphonique final est due au circuit de grille du premier amplificateur à haute fréquence ; et l'antenne est telle que, sauf circonstance anormale, la principale composante de ce bruit dans le circuit de première grille est causée par des parasites statiques. La même remarque s'applique au circuit du signal pilote. Les amplifications sont telles, qu'en l'absence de signal à recevoir les parasites statiques, dans les conditions de force minimum, commencent à affecter la triode régulatrice de fréquence et aussi les deux régulateurs automatiques de gain. Il n'y a aucun avantage à augmenter le gain au delà de ces limites, et il est évident aussi que cet arrangement donne le meilleur rapport entre le signal et le bruit qu'il est possible d'obtenir avec l'antenne particulière utilisée et dans les conditions de transmission existantes.

Limites de synchronisation. — Même quand les signaux de réception donnent un rapport signal / bruit inférieur à celui qui caractérise un circuit commercial, mais suffisant pour transmettre des télégrammes de service, et même lorsque l'affaiblissement a la valeur maximum rencontrée dans la pratique, le signal pilote peut

encore conserver une valeur inférieure de 20 décibels à celle de la pointe du spectre, et la première fréquence intermédiaire (environ 500.000 p:s) peut être affectée d'une variation d'environ ± 5000 p:s sans modifier la seconde fréquence intermédiaire de plus de 20 p:s. Cette limite donne clairement une marge suffisante. La fréquence de l'émetteur change rarement de plus de 1.000 p:s à partir de sa valeur normale, et une variation de 2.000 p:s de la fréquence de l'oscillateur de battement réglé par quartz est rare, même quand on n'utilise pas de thermostat précis.

Le seul autre facteur variable est la fréquence naturelle de l'oscillateur à 480.000 p:s quand cette fréquence n'est pas réglée. Celle-ci peut être facilement maintenue à 1 pour 1.000 près de sa valeur normale, c'est-à-dire 500 p:s. Il est très désirable que le premier oscillateur de battement soit réglé par cristal de quartz : 1° pour garder sa faible variation de fréquence dans les limites requises ; 2° pour éviter des changements de fréquence dus à un changement dans la force du signal quand cette dernière atteint un niveau élevé. Compte tenu principalement de l'action du régulateur automatique de gain sur le premier détecteur auquel l'oscillateur de battement est couplé, un changement de la fréquence de ce dernier est, en général, causé par des variations du signal reçu, à moins qu'un soin spécial ne soit pris pour les éviter. L'emploi d'un oscillateur commandé par cristal n'est pas une objection sérieuse, étant donné qu'un récepteur commercial n'est pas généralement employé pour plus de trois longueurs d'onde.

Emetteur à bande latérale unique. — Le schéma simplifié de l'émetteur utilisé dans ces expériences est donné par la figure 5. Le problème était de mettre au point un projet d'émetteur donnant une bande latérale unique non déformée avec une stabilité suffisante, mais utilisant autant que possible l'équipement existant qui pouvait transmettre conjointement le porteur et ses deux bandes latérales. La méthode de résolution du problème peut être probablement intéressante pour illustrer l'extrême souplesse des émetteurs dans lesquels la modulation est effectuée sur un étage de faible puissance ; on verra que le passage du fonctionnement à bandes bilatérales au

fonctionnement à bande unilatérale peut être effectué avec une simplicité et une rapidité remarquables.

La bande latérale unique est obtenue par une modulation effectuée en trois étapes successives. Les deux premières se font respectivement à 19.000 et 250.000 p:s, les modulateurs étant équilibrés dans chaque cas et la bande latérale unique étant sélectionnée par des filtres appropriés. Pour la modulation finale, l'amplificateur d'harmoniques existant déjà dans l'émetteur fut employé simplement en augmentant la polarisation négative de grille jusqu'à une valeur telle que, dans certaines limites, la tension de l'harmonique sélectionné restât proportionnelle à la tension de grille. Par ce moyen, quand la bande latérale unique fournie par le second modulateur équilibré est appliquée à la grille de l'amplificateur d'harmoniques, la plaque de ce dernier amplificateur sélectionne le second harmonique et le module en même temps.

Le troisième modulateur n'est pas équilibré et ne comporte qu'une seule triode ; mais une atténuation suffisante de l'onde porteuse et de la bande latérale indésirable est obtenue en augmentant la sélectivité du reste de l'émetteur, grâce à des circuits accordés à résonance aiguë. Ce type de circuit émetteur a été jugé d'un fonctionnement excellent en pratique.

Essais effectués. — Dans la période comprise entre le mois d'avril 1930 et le mois de mars 1931, des essais à bande latérale unique ont été effectués par les laboratoires de l'International Telephone and Telegraph Corporation, en collaboration avec les laboratoires de la Société Le Matériel téléphonique. Ces essais se sont poursuivis sur les trois liaisons suivantes :

a) Buenos-Aires à Madrid ;

b) Essais locaux à Madrid (Pozuelo à Griñon : 80 kilomètres) ;

c) Madrid à Paris.

Etant donné qu'aucun émetteur à bande latérale unique n'avait été installé à Buenos-Aires, les essais sur cette ligne ont consisté principalement en expériences permettant de vérifier l'appareillage de maintien automatique du synchronisme, utilisant le porteur de l'émetteur ordinaire à deux bandes latérales comme

signal pilote. La longueur d'onde utilisée était de 15 mètres.

Pendant la seconde série d'essais, c'est-à-dire ceux entre Pozuelo et Griñon, le système complet fut essayé, en utilisant l'émetteur provisoire qui a été décrit. Quoique la distance ne fût que de 80 kilomètres (entre l'émetteur de Madrid et les récepteurs de la ligne Madrid—Buenos-Aires), les conditions furent artificiellement rendues plus ou moins similaires aux conditions existantes sur une ligne commerciale, en utilisant une antenne directive à la fois du côté émetteur et du côté récepteur, mais en les dirigeant dans les mauvaises directions ; par ce moyen, le champ et l'évanouissement furent trouvés être approximativement ceux de la ligne commerciale Madrid—Buenos-Aires. Pour ces essais locaux, une longueur d'ondes de 30 mètres fut employée.

Les séries finales d'essais entre Madrid et Paris eurent lieu de novembre 1930 à mars 1931, en utilisant le même émetteur que dans les expériences locales de Madrid, mais sur des longueurs d'ondes de l'ordre de 30 à 52 mètres. Dans chaque cas, le choix des longueurs d'onde ne fut influencé que par les conditions de transmission pendant les heures où les expériences furent possibles. A cause des exigences du trafic, ces essais furent effectués presque entièrement pendant la période de 22 heures à 10 heures.

Résultats des essais. — *Buenos-Aires à Madrid.* — Ces essais, effectués avec un récepteur provisoire, donnèrent une différence maximum de fréquence entre la fréquence transmise et la fréquence reproduite localement d'environ 20 p:s, excepté pendant les périodes d'évanouissement anormales. Nulle tentative ne fut faite pour réduire la force de l'onde porteuse au dessous de sa valeur normale. On pensa que ces résultats étaient suffisamment probants et montraient que le système permettait des résultats intéressants. D'autre part, le fait que la synchronisation adéquate ne pouvait pas être tout à fait obtenue à cause des conditions défavorables dans lesquelles se produisaient les phénomènes d'évanouissement montra la nécessité d'un appareillage perfectionné destiné à surmonter les périodes les plus difficiles.

Essais locaux à Madrid. — Avant de commencer les secondes

séries d'essais locaux entre Pozuelo et Griñon, les deux perfectionnements suivants furent réalisés :

1° Le premier oscillateur de battement du récepteur fut transformé en oscillateur du type à cristal de quartz ainsi que le montre la figure 4 ;

2° Le régulateur automatique d'amplification B (fig. 4), sur le circuit de commande de la fréquence par le signal pilote, fut perfectionné en augmentant le gain de l'amplificateur C de telle façon qu'un niveau quelconque du signal pilote entre la valeur mesurée dans ces essais locaux et la valeur tout juste au dessus du niveau des bruits affectât également la triode de contrôle de la fréquence ; le circuit de sortie D de la voie du pilote commandant le gain de tout le récepteur à travers un circuit dont la constante de temps est relativement grande, n'avait pas encore été utilisé.

Premier essai : synchronisme. — Aucun essai de stabilité du synchronisme, pendant une période de longue durée, ne fut poursuivi pendant ces essais préliminaires, mais seulement pendant des périodes d'une demi-heure : une différence de 20 p:s entre les ondes porteuses de l'émetteur et du récepteur fut rarement dépassée.

Deuxième essai : qualité de la parole. — Sauf en de rares occasions, où le synchronisme ne fut pas assez bon, la qualité de la parole fut trouvée tout à fait satisfaisante ; en fait, comme il avait été prévu, pendant les périodes d'évanouissement sélectif, la qualité fut meilleure que celle que donne le système à deux bandes latérales.

Troisième essai : amélioration du rapport signal/bruit. — Ce rapport fut mesuré, à la fois dans les cas des deux bandes latérales et de la bande latérale unique, à la sortie du dernier étage à basse fréquence, par un indicateur de niveau standard. Comme signal, on employa une modulation à 1000 p:s ; des évanouissements complets furent évidemment obtenus dans les deux cas de transmission à deux bandes latérales et à bande latérale unique, de sorte que la mesure fut difficile. Une valeur moyenne fut estimée dans chaque cas au moyen d'un grand nombre d'observations. On rencontra une difficulté supplémentaire : quoique le passage d'un système de transmission à l'autre fût aussi rapide que possible, les conditions de transmission se modifiaient d'une manière prohibitive pendant

les périodes de changement. Néanmoins, les résultats obtenus accusèrent un gain de 17 décibels pour la même puissance dans l'antenne, en faveur du système à bande unique. Ce chiffre est considérablement plus élevé que la valeur présumée théoriquement : entre 9 et 12 décibels ; la cause de cette différence n'est pas encore expliquée d'une manière satisfaisante.

Etant donné que le genre d'évanouissement est nécessairement différent dans les deux systèmes, il est clair que la valeur moyenne n'aura pas exactement la même signification dans un cas et dans l'autre. Il se peut que ce soit là la véritable explication.

Il est vrai que, si le porteur du système à deux bandes latérales est à un niveau à peine supérieur à celui du bruit, le bruit total reçu dans ce système dépendra aussi, d'une manière très appréciable, de la largeur du spectre reçu, ainsi qu'il est expliqué dans l'appendice I.

Comme la largeur de bande du récepteur est d'environ 20.000 p:s, l'augmentation maximum du bruit dans le système à deux bandes latérales sur celui du système à bande latérale unique serait d'environ $\sqrt{\frac{20}{6}} = 1{,}75$ approximativement, c'est-à-dire environ $4^{dB},5$, donnant un gain total d'environ 16 décibels du système à bande latérale unique sur le système à deux bande latérales. Cependant, dans les essais dont il s'agit, le rapport signal/bruit dans le cas des deux bandes latérales, ne fut jamais inférieur à 12 décibels environ, de sorte qu'il semble que cette dernière explication possible ne puisse s'appliquer.

Quatrième essai : qualité de la parole. — Cette qualité fut de nouveau trouvée satisfaisante, et meilleure que durant les périodes de fonctionnement avec deux bandes latérales.

Essais de Madrid à Paris. — Premier essai : synchronisme. — En l'absence du régulateur d'amplification D (fig. 4), le synchronisme ne fut pas toujours parfait, attendu que l'amplitude des phénomènes d'évanouissement (en considérant comme minimum la valeur minimum durant plus d'une demi-seconde) sortait fréquemment de la gamme d'amplification commandée par B. Afin de surmonter cette difficulté et même de réduire l'évanouissement de

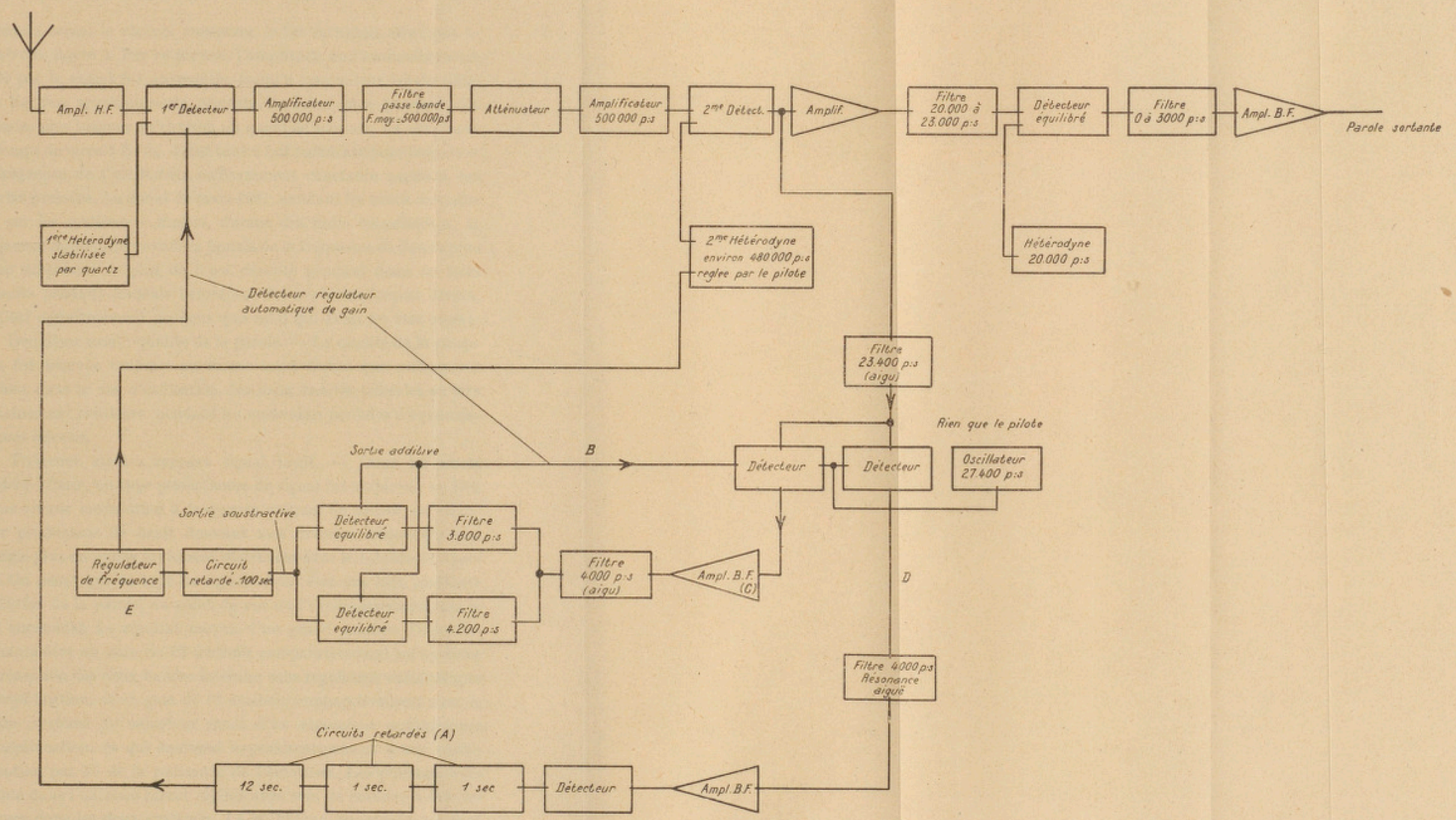

Ampl. H.F.
1er Détecteur
Amplificateur 500 000 p:s
Filtre passe-bande F.moy = 500000 p:s
Atténuateur
Amplificateur 500 000 p:s
2me Détect.
Amplif.
Filtre 20.000 à 23.000 p:s
Détecteur équilibré
Filtre 0 à 3000 p:s
Ampl. B.F.
Parole sortante
1ère Hétérodyne stabilisée par quartz
2me Hétérodyne environ 480000 p:s réglée par le pilote
Hétérodyne 20.000 p:s
Détecteur régulateur automatique de gain
Filtre 23.400 p:s (aigu)
Rien que le pilote
Sortie additive
B
Détecteur
Détecteur
Oscillateur 27.400 p:s
Sortie soustractive
Détecteur équilibré
Filtre 3.800 p:s
Régulateur de fréquence
Circuit retardé .100 sec
E
Filtre 4000 p:s (aigu)
Ampl. B.F. (C)
D
Détecteur équilibré
Filtre 4.200 p:s
Filtre 4000 p:s Résonance aiguë
Circuits retardés (A)
12 sec.
1 sec.
1 sec
Détecteur
Ampl. B.F.

Fig. 4.

la parole reçue, le réglage autonome D fut introduit ainsi que le montre la figure 4. Par ce moyen, l'amplitude de l'évanouissement réglé par le signal fut augmentée jusqu'à une valeur totale telle, que l'action synchronisante correcte ne cesse plus pendant des périodes plus longues qu'environ un quart de seconde. La constante de temps du circuit E (fig. 4) fut tout à fait suffisante pour conserver la fréquence de l'oscillateur suffisamment constante pendant ces courtes périodes. Au début de mars 1931, pendant les essais de stabilité sur les systèmes complets, durant dix nuits consécutives, la fréquence reproduite ne différa jamais de la fréquence de l'onde porteuse supprimée de plus de 6 p:s, excepté pendant deux ou trois instants pendant lesquels l'émetteur fut accidentellement arrêté, résultat définitivement meilleur que celui qui avait pu être espéré.

Deuxième essai : qualité de la parole. — La qualité de la réception fut trouvée toujours au moins aussi bonne que celle qu'on obtient dans le cas d'utilisation des deux bandes latérales et très certainement meilleure pendant les mauvaises périodes d'évanouissement sélectif.

Troisième essai : rapport signal/bruit. — Dans les essais Madrid—Paris, un type perfectionné de signal fut employé : au lieu d'une simple modulation à fréquence unique, on utilisa un vibrateur producteur de bruit donnant aux diverses fréquences une énergie plus ou moins également distribuée dans la totalité du spectre. On pensa que ce type de signal devait être une bien meilleure imitation de la parole, au point de vue de l'évanouissement, que le son sinusoïdal. Le résultat moyen d'un grand nombre d'observations montra un gain de 12 décibels comparativement au système de réception des deux bandes latérales sans régulateur automatique d'amplification, et un gain de 13 décibels comparativement avec le même système de récepteur muni d'un régulateur automatique d'amplification, ce qui équivaut approximativement à une multiplication par 16 de la puissance de l'émetteur. Les puissances de pointe dans l'antenne furent réglées avec soin de manière à être les mêmes dans les deux systèmes. Le graphique comparant pendant toute une nuit les systèmes à deux bandes latérales et à une seule bande latérale est donné par la figure 6.

Quatrième essai : évanouissement. — Après qu'un régulateur supplémentaire d'amplification D eut été ajouté, l'évanouissement de la parole fut, en général, définitivement inférieur à ce que l'on obtient de mieux en travaillant avec les deux bandes latérales, avec régulateur automatique de gain. Des perfectionnements montrèrent plus particulièrement (comme tous les autres avantages du travail à bande latérale unique pendant les mauvaises périodes

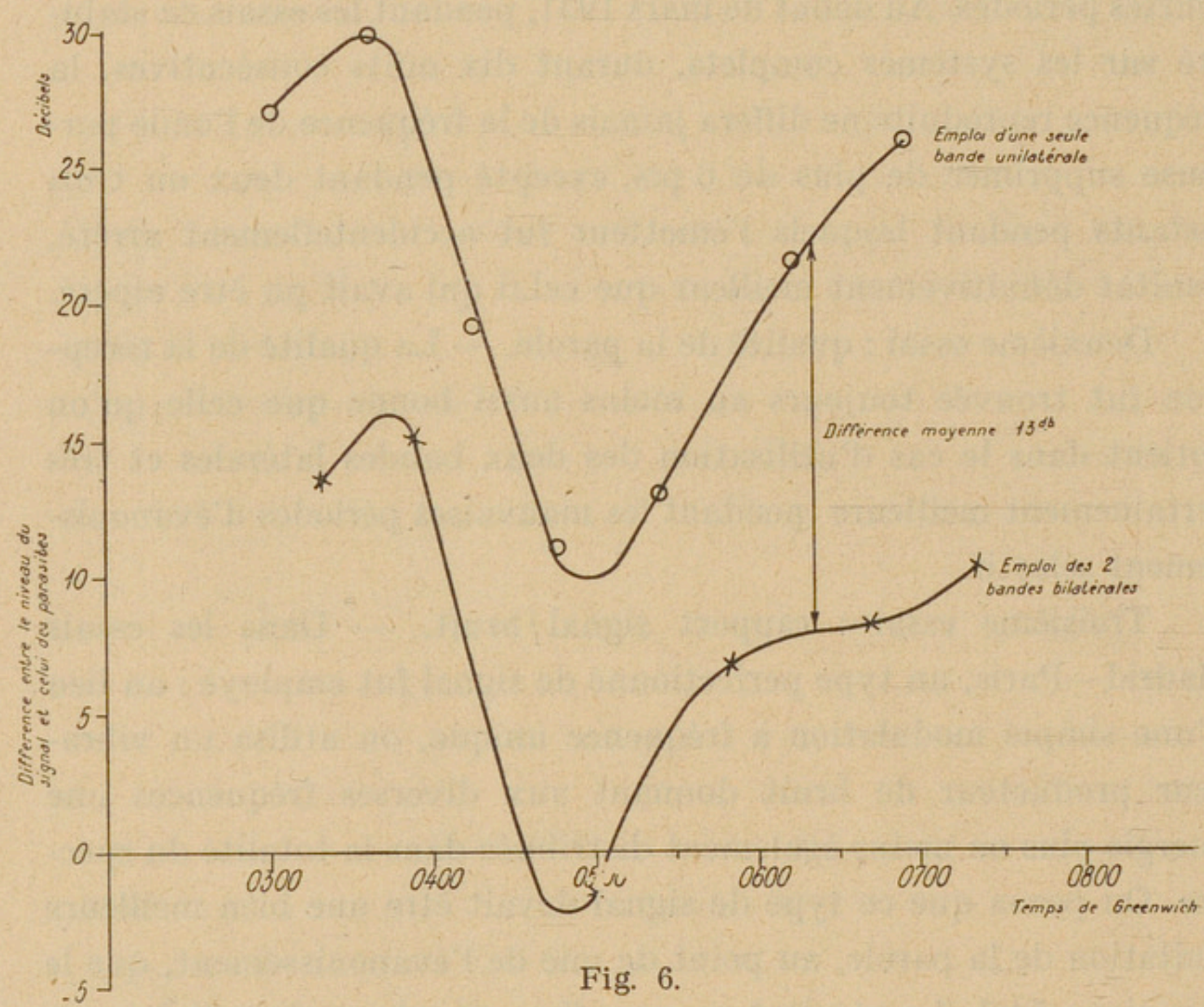


Fig. 6.

d'évanouissement sélectif) que le régulateur automatique de gain ordinairement employé sur les récepteurs à deux bandes latérales est tout à fait incapable de fonctionner correctement pendant les périodes d'évanouissement sélectif. Quand l'onde porteuse s'évanouit, le gain du récepteur est, d'ordinaire, très considérablement augmenté, donnant à la sortie une parole à la fois forte et déformée.

Avec l'installation de réception à bande latérale unique représentée par la figure 4, l'évanouissement de la parole est cependant très largement compensé. L'évanouissement sélectif fut générale-

ment trouvé assez rapide, de sorte que le régulateur de gain D, fonctionnant à travers un circuit à grande constante de temps, n'a pas le temps d'opérer ; ceci est clairement la condition correcte, étant donné que, pendant les phénomènes d'évanouissement sélectif, la puissance moyenne dans le spectre est constante. Quand les phénomènes d'évanouissement apparaissent, ils sont cependant, en général, d'une durée relativement longue, et ainsi ils actionnent le régulateur automatique d'amplification D, gardant sensiblement constant le niveau de la parole sortante. La seule manière d'obtenir une comparaison réellement précise entre les deux systèmes combattant l'évanouissement est d'établir une longue série d'observations pendant une période de temps très étendue. Cependant, des résultats ainsi obtenus entre Madrid et Paris, il semble que l'évanouissement moyen, en utilisant le présent système à bande latérale unique, est environ la moitié de celui qu'on obtient en utilisant la réception normale à deux bandes latérales; et, pour des conditions exceptionnellement mauvaises, l'amélioration est plus grande encore.

Cinquième essai : netteté. — Aucun essai précis de l'amélioration de la netteté ne fut tenté ; mais, pendant plusieurs nuits, des comparaisons grossières furent faites, en utilisant de courtes listes de netteté et en passant aussi rapidement que possible d'un système à l'autre. L'amélioration de la netteté fut évidemment beaucoup plus marquée quand le rapport signal/bruit était faible. Cependant, un résultat qui semble très clair est que, quand le pourcentage de netteté dans le système à deux bandes latérales est de l'ordre de 20, le chiffre correspondant avec le système à bande latérale unique est ordinairement compris entre 70 et 80. En d'autres termes, le passage du système à deux bandes latérales au système à bande latérale unique est capable de transformer un circuit non commercial en un bon circuit commercial.

Sixième essai : stabilité du système. — Ainsi qu'il a été mentionné ci-dessus, des essais continus durant chacun de deux à trois heures furent poursuivis pendant dix nuits consécutives. La parole fut utilisée à des intervalles réguliers pendant la durée des essais, et les résultats indiquèrent un circuit parfaitement commercial,

avec une bonne qualité pendant toute la période considérée sans aucune interruption, sauf pendant une ou deux courtes périodes pendant lesquelles l'émetteur s'est arrêté. Il ne fut pas nécessaire, à l'époque, de retoucher le récepteur pendant toute la durée des essais, sauf pendant les réglages préliminaires au début de chaque nuit. Cependant, quand une différence de fréquence de 5 ou 6 p:s était observée (habituellement une fois au milieu de chaque nuit), l'oscillateur démodulateur était réaccordé, afin de retrouver les conditions de fréquence de battement nul.

Conclusion. — Les résultats obtenus ont définitivement montré qu'un système travaillant à bande latérale unique applicable commercialement aux liaisons par ondes courtes a été créé. L'auteur de cet article désire faire connaître sa reconnaissance à M. C.W. Earp et à M. H. T. Roberts, des laboratoires de la Société Le Matériel Téléphonique, pour l'aide efficace qu'ils lui ont prêtée pendant les expériences décrites ci-dessus et pendant la préparation de ce compte rendu.

Appendice I.

Amélioration de la valeur du rapport du signal aux bruits parasites.

Dans la comparaison des deux systèmes, nous supposerons que les tensions maxima sont les mêmes, et dans le cas du système à doubles bandes latérales nous admettrons que le transmetteur est modulé à 100 %.

1° Système à doubles bandes latérales. — Si l'onde porteuse est représentée par :

$$V \sin \omega t,$$

la tension maximum de chaque bande latérale est :

$$\frac{V}{2}.$$

Dans le détecteur, à la réception, supposons que la tension à fréquence

audible produite par le battement de chaque bande latérale séparément avec l'onde porteuse soit représentée par

$$\frac{k V^2}{2},$$

où k est naturellement une constante dépendant du récepteur, du transmetteur et des conditions du circuit intermédiaire. Si maintenant les phases des bandes latérales par rapport à l'onde porteuse sont les mêmes en arrivant au récepteur qu'à leur départ du transmetteur, les fréquences audibles, produites par chaque bande latérale séparément avec l'onde porteuse, seront en phase à la sortie du détecteur. La résultante est, par conséquent :

$$k V^2.$$

Maintenant, considérons le bruit de fond total, le niveau du bruit étant défini comme celui que l'on reçoit quand l'onde porteuse n'est pas modulée.

Si l'énergie de l'onde porteuse dans le détecteur est grande par rapport à l'énergie du bruit accumulé dans la largeur de la bande considérée (c'est toujours le cas dans les circuits radiotéléphoniques commerciaux), le seul bruit à fréquence audible qu'il est nécessaire de considérer à la sortie du détecteur est celui que produisent les impulsions battant avec l'onde porteuse ; alors, la tension du bruit de fond est :

$$k V \sqrt{\sum_{\omega - F}^{\omega + F} V^2},$$

où le bruit à l'entrée du détecteur est :

$$\sum_{\omega - F}^{\omega + F} V,$$

et en supposant, dans le récepteur idéal, que seules les fréquences de $(\omega - F)$ à $(\omega + F)$ passent, F étant la plus haute fréquence audible à considérer, et en supposant aussi que les impulsions des bruits arrivent à des intervalles quelconques. Il résulte de ce qui précède que la valeur du rapport signal/parasites est :

$$R_1 = \frac{V}{\sqrt{\sum_{\omega - F}^{\omega + F} V^2}}.$$

2° Système à bande latérale unique. — Afin d'avoir la même tension maximum que précédemment au transmetteur, la note qui auparavant permettait une modulation à 100 % devrait être maintenant transformée en une simple fréquence radio de valeur maximum 2 V. En appelant V_e la tension maximum de l'oscillateur local régénérant l'onde porteuse au récepteur, la note audible produite par la bande latérale est $2\,kVV_0$, et le bruit est :

$$kV_0\sqrt{\sum_{\omega-F}^{\omega+F} V^2}.$$

En admettant que le récepteur ne laisse passer que la bande latérale supérieure, le rapport signal/parasites sera :

$$R_2 = \frac{2V}{\sqrt{\sum_{\omega}^{\omega+F} V^2}}.$$

En admettant que les impulsions de bruit soient réparties à travers toute la largeur de la bande, alors

$\sum_{\omega-F}^{\omega+F} V^2$ est double de $\sum_{\omega}^{\omega-F} V^2$, en sorte que $\frac{R_2}{R_1} = 2\sqrt{2}$,

permettant ainsi un gain de 9 décibels.

Dans le cas des ondes courtes, il y a un autre facteur à considérer. Pendant l'évanouissement, il peut se produire des distorsions de phase pour certaines fréquences dans la voie de transmission. Ceci a pour résultat, dans le cas du système à double bande, de modifier d'une façon plus ou moins fantaisiste les phases de chaque bande latérale par rapport à l'onde porteuse. Dans ce cas, la valeur résultante des deux bandes latérales donne une tension à fréquence double de $\frac{kV^2}{\sqrt{2}}$ plutôt que kV^2. Alors

$$R_1 = \frac{V}{\sqrt{2\sum_{\omega-F}^{\omega+F} V^2}},$$

ce qui a pour effet d'améliorer de 12 décibels le gain en faveur du système à bande latérale unique. En pratique, on obtient un gain de 9 à 12 décibels suivant les conditions de la transmission.

Appendice II.

En nous reportant à la figure 2-a, nous avons l'expression suivante pour l'impédance $(R + jX)$ entre les points A et B :

$$R + jX = R_1 \frac{\omega^2 L_2^2}{R_1^2 + \omega^2 L_2^2} + j \left(L_1 + L_2 \frac{R_1^2}{R_1^2 + \omega^2 L_2^2} \right).$$

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur les oscillateurs à ondes très courtes (C. Gutton et G. Beauvais, *C.R. acad. sciences*, 3 novembre 1931). — Les oscillations électroniques à l'intérieur des lampes triodes permettent, en utilisant les procédés de Barkhausen, Gill et Morell, Pierret, d'obtenir des ondes électromagnétiques de longueur inférieure au mètre. Les phénomènes périodiques qui les produisent sont encore mal connus. Les résultats souvent contradictoires obtenus par les divers expérimentateurs en se servant de lampes vidées par les constructeurs et dans lesquelles la pression peut avoir des grandeurs très différentes, conduisent à penser qu'il existe plusieurs régimes d'oscillation et que la présence dans l'ampoule du gaz résiduel peut avoir un rôle important.

Pour rechercher cette influence, nous avons étudié les oscillations de longueurs d'onde inférieures au mètre que l'on peut entretenir avec une triode à électrodes cylindriques, dont les dimensions sont les suivantes : la plaque a 12 ^{mm} de diamètre et 15^{mm} de longueur ; la grille a un diamètre intérieur de 4^{mm} et 14 spires de fil ; le filament en tungstène est parcouru par un courant d'intensité 2 ampères pour une différence de potentiel entre ses extrémités égale à 3 volts. La lampe reste montée sur une pompe à diffusion ; une jauge sert à mesurer la pression ; un piège à air liquide condense la vapeur de mercure et un osmorégulateur permet de faire varier la pression.

Comme dans l'oscillateur de Barkhausen, la grille et la plaque de la lampe sont réunies respectivement aux deux fils d'une ligne dont on peut modifier la longueur en déplaçant entre les fils un pont coupé par un condensateur. Une batterie d'accumulateurs porte la grille à un potentiel supérieur de 240 volts à celui du filament. La température de ce dernier est toujours réglée de manière à obtenir un courant d'intensité 30 milliampères dans le circuit de la grille. Un

système de fils de Lecher couplé à l'oscillateur et une soudure thermo-électrique servent à mesurer la longueur des ondes.

La plaque peut être portée à un potentiel différent de celui du filament à l'aide d'une batterie de piles. Pour des valeurs convenables de la différence de potentiel, nous avons obtenu, pour des ondes de longueur inférieure au mètre, deux régimes d'oscillation bien distincts. Le premier correspond à des potentiels de la plaque peu différents de celui du filament, compris entre 3 ou 4 volts au dessus de ce dernier et environ 20 volts au dessous. On trouve, sur la ligne, des positions équidistantes du pont pour lesquelles l'oscillateur fonctionne avec la plus grande intensité ; il continue à osciller, quoique à amplitude plus faible, pour des positions peu différentes ; mais les oscillations disparaissent pour de trop grands écarts.

Lorsque le pont est amené à l'une des positions pour lesquelles les oscillations s'entretiennent, on observe un fort accroissement du courant le long du circuit de plaque ; son sens est celui qui correspond à un afflux d'électrons vers la plaque.

La longueur d'onde change lorsqu'on écarte le pont de la position pour laquelle l'amplitude des oscillations est maximum. La longueur d'onde, qui est alors de 61^{cm}, devient, en effet, $62^{cm},6$ lorsqu'en déplaçant le pont on allonge la ligne de l'oscillateur de $1^{cm},3$; elle n'est plus que $55^{cm},8$ lorsqu'on diminue la ligne de $6^{cm},5$. Ces nombres ont été obtenus pour un potentiel de plaque de — 18 volts et une pression dans l'ampoule égale à quelques cent-millièmes de millimètre.

Des essais à pression beaucoup plus élevée, 8 millièmes de millimètre, ont donné des ondes de longueur peu différentes, comprises entre $62^{cm},2$ et $55^{cm},4$. La longueur d'onde augmente un peu lorsqu'on diminue la différence de potentiel entre la grille et la plaque. En faisant passer le potentiel de cette dernière de — 20 volts à + 4 volts, la longueur d'onde augmente de $0^{cm},5$.

En baissant au delà de 20 volts le potentiel de la plaque, les oscillations disparaissent ; puis on les retrouve pour un potentiel de la plaque égal à — 70 volts, qui doit être réglé à quelques volts près. Ce nouveau régime d'oscillations, sur ondes plus courtes, n'est pas de même nature que le premier.

Lorsqu'on déplace le pont de l'oscillateur, l'amplitude des oscilla-

tions passe par une série de maxima et de minima ; mais il n'y a plus de positions pour lesquelles les oscillations cessent de s'entretenir et l'on n'observe que de très faibles variations du courant de plaque lorsqu'on déplace le pont. Les oscillations ne peuvent plus être obtenues à très faible pression dans la lampe. Elles acquièrent la plus grande intensité pour une pression de 6 à 7 millièmes de millimètre et ne disparaissent que pour une pression supérieure au centième de millimètre.

Enfin la longueur d'onde obtenue, $27^{cm},6$, devient indépendante de la longueur de la ligne de l'oscillateur. Cette longueur d'onde varie peu avec la pression et n'augmente que d'un centimètre lorsqu'on fait passer celle-ci de 2 à 18 millièmes de millimètre.

Il y a une température plus favorable du filament, au dessus de laquelle les oscillations diminuent très vite d'amplitude. Des variations de cette température dans les limites compatibles avec la conservation de la lampe et l'entretien d'oscillations n'ont pas provoqué de changements mesurables de la longueur d'onde.

En résumé, le premier régime correspond à des fréquences d'oscillations qui dépendent de la fréquence propre du circuit oscillant entretenu, tandis que le second fournit une fréquence plus élevée qui en est indépendante et uniquement déterminée par les dimensions et les potentiels des électrodes de la lampe. Elle paraît donc correspondre à des oscillations susceptibles de prendre naissance à l'intérieur de celle-ci même en l'absence de circuit oscillant. L'obtention de ces oscillations nécessite la présence de gaz résiduels ionisés.

INFORMATIONS.

Téléphonie automatique. — A Paris, la mise en service du téléphone automatique dans le secteur « Ségur » a eu lieu le samedi 23 janvier entre 21h30 et 22 heures.

Le nombre des abonnés du réseau parisien desservis automatiquement se trouve ainsi porté à 92.000 environ.

Chèques postaux. — Depuis le mois de novembre dernier, les demandes d'ouverture d'un compte-courant postal en France émanant de titulaires de comptes-courants postaux suisses sont maintenant adressées, sans formalités préalables, au bureau de chèques postaux français intéressé. De même, les titulaires de comptes courants postaux français qui sollicient l'ouverture d'un compte-courant postal en Suisse n'ont aucune justification à fournir, à condition de transmettre leur demande par l'intermédiaire du bureau de chèques qui détient leur compte-courant.

L'énergie électrique en France en 1929. — Du bulletin du 15 octobre 1931 publié par l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, nous extrayons les renseignements suivants, relatifs à la France pour l'année 1929 :

A) *Puissance installée des usines* :

Usines thermiques	5.245	mille kilowatts.
Usines hydrauliques	2.229	»
Total.....	7.474	»

B) *Energie fournie aux réseaux* :

Production thermique ..	8.198	millions de kilowatt-heures.
Production hydraulique .	6.121	»
Production totale	14.319	»

Energie importée	621	millions de kilowatt-heures.
Energie exportée	135	»
Energie pour la consommation dans le pays	14.805	»
Energie employée à :		
la traction	904	»
l'électrochimie	2.841	»
d'autres industries .	6.837	»
services publics, magasins, usages domestiques	2.227	»
Energie totale employée	12.809	»
Energie perdue dans les réseaux et les transformateurs.....	1.996	»

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

712.808. Disposition de couplage pour installations télégraphiques avec trafic en direction alternante, notamment avec service à auto-connexion (Siemens & Halske, Allemagne).

713.556. Générateur d'impulsions électriques (International communications Laboratories, Etats-Unis).

713.817. Installation télégraphique (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

Téléphonie.

712.841. Disposition de couplage pour installations téléphoniques à service par sélecteurs (Siemens et Halske, Allemagne).

712.842 et 712.843. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske, Allemagne).

712.886. Perfectionnements aux systèmes de signalisation électrique (Electrical research products, Etats-Unis).

713.063. Dispositif d'amenée de courant à accommodation automatique applicable en particulier aux appareils acoustiques (A.-M. Newmann et J. Suchomski, Allemagne).

713.117. Dispositif pour la mesure directe des amortissements produits par les boucles et les courants secondaires dans les câbles téléphoniques (Felten et Guilleaume, Allemagne).

713.228. Manchon pour la réception d'éléments de compensation, notamment de condensateurs de compensation, pour câbles téléphoniques (Felten et Guilleaume, Allemagne).

713.274. Appel téléphonique automatique (Société anonyme des Ateliers Brillié frères et M. J.-P.-P. d'Harcourt, France).

713.494. 713.495 et 713.496. Perfectionnements aux appareils de commutation pour installations téléphoniques (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

713.503. Perfectionnements aux dispositifs d'alimentation des circuits téléphoniques par un secteur à courants alternatifs (Société anonyme pour l'exploitation des procédés Maurice Leblanc-Vickers, France).

713.555. Système de câble sous-marin (International communications laboratories, Etats-Unis.)

713.591. Perfectionnements aux transmetteurs d'impulsions

pour téléphones automatiques et dispositifs analogues (D. Macadie, Angleterre).

713.666. Dispositif de signalisation pour installation de téléphonie automatique (Société des téléphones Grammont, France).

713.672. Dispositif à brancher à des appareils d'installations téléphoniques pour produire un effet acoustique amplifié (A. Bohnenblust, Suisse).

713.713. Machine électromagnétique à dicter (Telegraphie Patent Syndikat, Allemagne).

713.810. Perfectionnements aux dispositifs servant à mesurer la durée des conversations téléphoniques (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

713.878. Commutateur de numéros pour appareils téléphoniques (Telephon Apparat Fabrik, E. Zwietusch et Cie, Allemagne).

714.069. Pied-support destiné à maintenir le combiné ou l'écouteur d'un poste téléphonique pendant les communications (J.-E.-M.-V. Tourangin, France).

714.095. Boîte de bobines de Pupin (Siemens et Halske, Allemagne).

39.382. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske, Allemagne) (1re addition au brevet n° 696.980).

Transmission des images.

713.429. Installation de télévision avec diviseur d'images et projecteur rotatifs (Hans Hatzinger, Allemagne).

Ce brevet concerne l'installation de télévision à « miroirs hélicoïdaux » qui a été exposée dans la section de télévision de l'Exposition de T.S.F. de Berlin en 1931 (Voir le n° des Annales de janvier 1931, page 78). Des lames à surfaces réfléchissantes latérales sont disposées les unes au dessus des autres le long de l'axe du moteur d'entraînement et sont décalées les unes par rapport aux autres d'un certain angle autour de cet axe, de sorte que l'ensemble des surfaces réfléchissantes constitue un miroir hélicoïdal en forme d'escalier tournant à colimaçon.

Deux systèmes de ce genre tournent en synchronisme dans les deux postes de télévision correspondant : la premier associé à un écran fixe muni d'une perforation ponctuelle derrière lequel se trouve une cellule photoélectrique sert au poste émetteur à analyser l'image à transmettre ; l'autre, associé à une lampe au néon appropriée, reconstitue au poste récepteur une image aérienne visible par plusieurs personnes à la fois.

713.610. Tube à décharges électriques à lueur destiné à transformer des variations d'un courant électrique en vibrations lumineuses (N. V. Philips Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

Tube à décharge lumineuse dans un gaz rare (néon) dont la cathode métallique est une portion de la paroi du tube et est refroidie par un courant d'eau. La décharge luminescente est localisée dans une petite cavité au centre de la cathode. Grâce au refroidissement

rigoureux de la cathode, non seulement on peut faire passer un courant intense dans le tube, ce qui permet d'obtenir une grande intensité lumineuse, mais encore on réduit considérablement la luminescence résiduelle de sorte que les variations d'intensité lumineuse suivent fidèlement et immédiatement les variations de l'intensité du courant.

713.707. Perfectionnements aux dispositifs de télévision (Television Baird-Natan, France).

713.927. Perfectionnements aux systèmes électro-optiques (Electrical research products, Etats-Unis).

39.301. Perfectionnements aux méthodes et dispositifs d'exploration des images en télévision (P.-M.-G. Toulon, France) (1re addition au brevet n° 705.689.

Ce brevet utilise le fait que l'impression lumineuse d'un point A d'une image étant effacée sur la rétine, mais l'impression de nombreux points très voisins, explorés après A, y persistant encore, la vue de ces points vient en aide à la mémoire du spectateur qui, par souvenir, reconstitue le point A et éprouve ainsi l'impression d'une image parfaitement nette. Grâce à cette coopération entre la mémoire visuelle et la persistance des impressions rétiniennes pour produire la continuité dans la vision de l'image, le temps séparant deux explorations successives du même point peut être accrû, de sorte qu'il suffirait d'explorer l'image complète seulement trois ou même deux fois par seconde.

39.338 et 39.339. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (3e et 4e additions au brevet n° 680.670).

39.357. Perfectionnements aux appareils et aux montages pour amplifier des signaux tels que ceux qui sont produits par des cellules photo-électriques (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 685.266).

BIBLIOGRAPHIE.

Corso di telefonia, par Scipione Treves : Parte I, L'apparecchio telefonico. Turin, Società tipografico-editrice nazionale, 1931. 1 vol. gr. in-8° de xvi + 292 pages, avec 192 figures et 9 planches. — Prix : 35 lires.

Ce premier tome de ce *Cours de téléphonie* traite de l'appareillage téléphonique : organes de transmission et de réception, sommairement analysés au point de vue théorique, mais décrits en détail en ce qui concerne les particularités des divers types ; organes auxiliaires, tels que bobine d'induction, condensateur, etc... ; schémas et descriptions des principaux types d'appareils ; organes de protection et recherche des dérangements. Enfin une partie importante de l'ouvrage traite des appareils à intercommunication et fournit à ce sujet un certain nombre de conditions auxquelles doivent satisfaire les réseaux intérieurs.

H. S.

Tables logarithmiques des factorielles jusqu'à 10.000 !, par J. Boccardi. Cavaillon, Imprimerie Mistral, 1932. 1 vol. in-8° de 36 pages. — Prix : 6f,50.

Ce petit volume, très maniable, contient les logarithmes des factorielles des nombres de 1 à 10.000, avec dix décimales exactes. Il rendra certainement grand service, particulièrement à ceux qui ont à effectuer des calculs de probabilités, et à ce titre peut intéresser les ingénieurs qui ont à établir des projets de téléphonie automatique.

P. L. C.

Le gérant :

Henri Dévé.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 11-2-32.

LE GÉNÉRAL FERRIÉ.

Comme tous nos lecteurs le savent, le général Ferrié est mort le 17 février 1932, à l'hôpital militaire du Val de Grâce. La presse quotidienne et la presse technique du monde entier ont consacré à ce grand français des notices dont le caractère le plus frappant était la spontanéité de l'hommage et la sincérité du regret. Les Annales, *qui publiaient récemment encore un article où le général Ferrié notait avec précision les origines et les progrès de la technique des ondes très courtes, dus pour une grande part à sa direction* (1), *se doivent d'autant plus d'honorer sa mémoire que le général Ferrié a été, pour l'administration des Postes et télégraphes, tout particulièrement dans ses dernières années, un conseiller et un collaborateur dont le dévouement égalait la haute compétence. Dans les conférences internationales radioélectriques de Londres (1910), Washington (1920), Paris (1921), Washington (1927), Prague (1929), la Haye (1931), Copenhague (1931), la position de premier plan qu'il devait à ses travaux et à sa personnalité donnait à la délégation dont il faisait partie un relief particulier. Son expérience et son talent de conciliation faisaient de lui un président de commission idéal, et l'administration lui demanda souvent ses services en cette qualité. Au moment de sa mort, il était président des commissions techniques préparatoires aux conférences de Madrid et de Lisbonne, de la commission interministérielle du réseau intercolonial de T.S.F., de la commission chargée de dresser le plan national de la radiodiffusion française ; il était membre du Comité technique des Postes et Télégraphes. C'est donc un peu l'un des nôtres qui a disparu, et les* Annales *se doivent doublement de lui rendre hommage. Nos lecteurs trouveront ci-dessous l'éloge prononcé à l'Académie des sciences, au cours de la séance du lundi 22 février 1932, par son président, le général Bourgeois.* (N.D.L.R.)

Mes chers confrères,

Quand, il y a quelques semaines à peine, j'avais l'honneur de prendre possession du fauteuil présidentiel, je formais le vœu de nous retrouver tous présents ici à la fin de cette année. Je me doutais bien que ce vœu était tant soit peu téméraire, mais j'étais loin de penser que le premier éloge funèbre que j'aurais à prononcer devant vous serait celui de notre si regretté confrère le général Ferrié.

Il y a si peu de jours que nous le voyions encore au milieu de nous, plein de force et de vie, il y a si peu de temps qu'avec sa voix vibrante il faisait une communication à l'une de nos séances, que

1. Voyez les *Annales* d'avril 1931.

nous nous demandons aujourd'hui si sa disparition est une réalité.

Lundi dernier, à la nouvelle de l'opération qu'il venait de subir, nous lui envoyions, ainsi qu'à Madame Ferrié, le témoignage de notre sympathie. Malgré la gravité de son état, nous conservions encore quelque espoir. Hélas ! celui-ci était vain, et la fatale nouvelle de sa mort nous survenait quelques heures après.

Celui qui vient de nous quitter était à la fois un grand soldat, un savant éminent et un remarquable organisateur. Aussi retracer sa carrière scientifique indépendamment de sa carrière militaire est une impossibilité. Toutes deux s'enchevêtrent, car son ambition constante était de faire profiter l'armée, qui lui était si chère, de tout ce que sa haute compétence scientifique lui faisait découvrir et réaliser.

L'œuvre de toute la vie de Ferrié se rapporte à la télégraphie sans fil. A sa sortie de l'Ecole polytechnique, en 1889, il choisissait l'arme du génie et, presque dès le début de sa carrière, était affecté au dépôt central de la télégraphie militaire. Là, il est pris immédiatement par l'immense intérêt qui s'attache, dès 1898, aux phénomènes de propagation des ondes et il en étudie les applications militaires.

Au début de 1899, il assistait aux expériences sensationnelles faites par Marconi entre la France et l'Angleterre. Notre confrère, M. Freycinet, alors ministre de la Guerre, très intéressé lui aussi par les résultats, demanda au capitaine Ferrié s'il serait possible de réaliser en France des applications, pour l'armée, du nouveau moyen de communication dont l'organe principal, le cohéreur, était dû à notre confrère, M. Branly. Ferrié se mit à l'œuvre, et, comme il le dit, sa carrière technique et scientifique fut de ce moment définitivement fixée.

Mais, comme doit le faire et comme le fait tout véritable esprit scientifique, il procède par étapes. Dans une première période, il entreprend des recherches dans le but de concevoir les phénomènes et de réaliser les appareils. Dès le début, il apporte, par la découverte et la création d'un type spécial de détecteur, un progrès des plus importants à la réception des signaux de télégraphie sans fil en permettant leur lecture à l'oreille par leur son. Il réalise en même

temps, au cours d'une campagne coloniale marocaine, puis à la Martinique après la catastrophe du mont Pelé, les premières applications de ses découvertes, et commence en 1903 l'installation, à la tour Eiffel, d'un poste puissant qui rendra par la suite tant de service.

A partir de 1909, Ferrié estime la technique suffisamment avancée et entreprend un large développement des applications de la télégraphie sans fil. C'est à cette époque que se rapportent l'emploi des appareils à bord des dirigeables et des avions militaires et l'application de la télégraphie sans fil au problème de l'envoi de l'heure du méridien initial à tous les postes de réception que peut toucher la tour Eiffel, en liaison avec l'observatoire de Paris, réalisation d'une portée immense, qui assure aux navires la détermination précise de leurs positions à la mer et révolutionne la détermination des différences de longitudes. Ces résultats mettent la France au premier rang pour le problème de la distribution de l'heure : Paris est choisi comme siège du Bureau international de l'heure.

Il établit en même temps une méthode de comparaison de deux horloges placées en deux points différents de la terre, au moyen de signaux de T.S.F. rythmés, perçus à l'oreille en même temps que les battements d'une horloge auxiliaire et constituant ainsi une sorte de vernier acoustique. Cette méthode, devenue classique, qui permettait d'atteindre dans la comparaison des deux horloges la précision du centième de seconde, fut employée immédiatement dans la détermination d'un grand nombre de différences de longitudes et en particulier de celle de Washington-Paris en 1913.

Arrive 1914, la guerre. Ici, ce que l'on peut appeler la chance française trouve à la tête des services de la télégraphie militaire l'homme le plus compétent qui soit, celui qui, à une science profonde joint une énergie peu commune et un incomparable esprit réalisateur. Immédiatement il se met à l'œuvre. Collaborateur, en août et septembre 1914, du général Hirschauer, commandant le génie du camp retranché de Paris, il organise militairement la tour Effel, met à l'abri des bombardements aériens le poste du sous-sol, crée,

pour parer à tout accident, un second poste au Trocadéro, dont les machines et les appareils sont placés dans le métropolitain alors en construction, et relie ce poste de secours au poste principal de la tour par des câbles à travers la Seine. Enfin il prend les dispositions nécessaires pour que les groupes d'émission puissent être actionnés à volonté par le courant de la ville, par celui du métropolitain ou par les machines de secours. Les travaux, commencés le 2 septembre, sont terminés le 7 : c'est un des plus beaux tours de force que l'on ait réalisé au cours de la guerre.

Il serait trop long d'énumérer toute l'ampleur des recherches, des découvertes, des réalisations faites par le général Ferrié et les savants collaborateurs qu'il avait réunis autour de lui, dont le continuel dévouement ne lui a jamais fait défaut. Bornons-nous à citer les créations et les mises en œuvre principales : l'emploi intensif de la T.S.F. par étincelles à bord d'avions ; la création d'amplificateurs d'extrême sensibilité pour haute et basse fréquence ; celle des postes émetteurs avec lampes à trois électrodes, à terre et à bord d'avions, permettant d'obtenir la télégraphie et la téléphonie sans fil ; les radiogoniomètres à un seul cadre mobile suivant les procédés de notre confrère Blondel ; la télégraphie par le sol ; enfin et surtout ces postes d'écoute qui nous permirent de capter les messages téléphoniques ennemis, en particulier les ordres de von Kluck prescrivant la retraite lors de la bataille de la Marne, qui furent saisis par le poste d'écoute de la tour.

La nécessité de maintenir des communications sûres avec nos alliés conduisit par la suite Ferrié à renforcer autant qu'il était possible le poste de la tour Eiffel et à créer un autre poste très puissant à Lyon, qui, en 1918, était au moins équivalent à n'importe quel poste existant au monde et fut surtout employé à assurer nos communications avec les Etats-Unis. Après l'entrée en guerre de l'Amérique, il fut jugé utile de renforcer encore nos communications avec notre nouvel associé : Ferrié entreprit l'installation d'un poste nouveau à la Croix d'Hins prés de Bordeaux ; ce poste, qui a reçu le nom de « poste la Fayette » et qui est le plus puissant du monde, n'était pas entièrement terminé lors de l'armistice, mais il reste à la France, à l'administration des Postes et Télégraphes.

On peut dire de l'œuvre de Ferrié au cours de la guerre que, dès le début et pendant toute la durée des hostilités, la France fut toujours, en télégraphie et téléphonie militaires, d'une incontestable supériorité. Nos alliés nous suivirent ; quant à nos ennemis, malgré leur puissante organisation technique, ils furent toujours considérablement en retard. L'armée française a été ainsi toujours la première, grâce à Ferrié, qui se montra alors, non seulement un grand chef auquel doit aller la reconnaissance du pays, mais un des meilleurs artisans de la victoire finale.

Après la guerre, Ferrié réussit à conserver la cohésion entre les spécialistes dont l'union avait donné de si bons résultats. Il fut l'âme du projet de la grande opération internationale de différence de longitudes mondiales, actuellement en cours d'exécution sous les auspices du Bureau des longitudes.

Il collaborait aussi actuellement avec nos confrères Maurain et Charcot, avec toute sa compétence et toute son ardeur, à la réalisation de l'expédition scientifique que l'on a appelé l'année polaire, expédition qui doit fournir, au point de vue de la physique du globe, des résultats de tout premier ordre. Il nous en parlait encore au Bureau des longitudes il y a quelques semaines ; la mort vient de le surprendre au milieu de ce travail de préparation auquel il se consacrait tout entier.

Tant de services rendus avec un dévouement sans limites devaient avoir leur consécration scientifique. Dès 1911, le Bureau des longitudes l'appelait auprès de lui. En 1921, l'Institut lui décernait le prix Osiris, et en 1922 il devenait notre confrère, succédant dans la section de géographie et navigation, à Alfred Grandidier.

A l'étranger, les mérites scientifiques de Ferrié avaient peut-être encore plus de retentissement que dans notre pays, et sa place se marquait au premier rang dans les unions et comités scientifiques internationaux. Il était successivement nommé président de la Commission internationale des longitudes par T.S.F., membre de la Commission internationale de l'heure, président de l'Union internationale de radiotélégraphie scientifique, et tout récemment, quand le Conseil international de recherches modifia ses statuts en 1931 et procéda à l'élection d'un nouveau bureau, ce fut Ferrié qui, d'accla-

mation, fut nommé premier vice-président de la nouvelle organisation. Toutes les sociétés scientifiques françaises de géodésie, d'astronomie, de radiotélégraphie, d'électricité le comptaient comme président ou membre de leur conseil. Il n'était de par le monde un congrès intéressant ces sciences auquel il ne participât avec une autorité devant laquelle tout le monde s'inclinait. Si l'on ajoute à cela toutes les inspections que lui imposaient ses fonctions d'inspecteur général des services de télégraphie militaire et des troupes et services de transmissions, en France, en Algérie, au Maroc, au levant, on reste confondu devant une telle accumulation de travaux et devant une telle infatigable activité. Au moment où il entrait au Val-de-Grâce, il était sur le point de partir pour la Syrie.

Tel était celui auquel la science doit tant de services. Mais à côté du savant il y avait l'homme. Trouver un confrère et un ami plus sûr, un collaborateur plus accueillant, un maître ou un chef plus bienveillant, est impossible. Sa haute compétence scientifique qui le plaçait au premier rang était chez lui comme cachée sous une affabilité et une modestie qui faisaient l'admiration de tous ceux qui le connaissaient. Qui l'a approché l'a aimé. Mais ce que l'on ne saurait assez dire c'est le complet désintéressement dont il faisait preuve. S'il l'avait voulu, il aurait pu, et combien de fois, accepter des offres de situations considérables. Toujours il a répondu : « Soldat je suis, soldat je reste ». Pour lui, le mot *servir* conservait sa plus belle et sa plus haute conception : travailler jusqu'à l'extrême limite de ses forces, se dévouer toujours, n'avoir qu'une pensée : son pays.

La perte est immense, pour la science et pour l'armée. Elle l'est plus encore pour la compagne si dévouée de sa vie, qui l'entourait d'une affection qui le soutenait dans ses travaux et lui faisait oublier ses fatigues.

Je suis certain d'être votre interpréte à tous en exprimant à Madame Ferrié et à toute sa famille la part bien vive que l'Académie des sciences, que nous tous prenons à la disparition d'un des plus éminents de nos confrères et d'un grand serviteur de la France. Puisse l'hommage que nous lui rendons être un adoucissement à leur douleur.

LES PLIS ACCIDENTÉS,

par Gaston TOURNIER,
président de l'Union marcophile.

Les marques postales et les inscriptions manuscrites que nous nous proposons d'étudier ont pour origine des épisodes divers, mais tous plus ou moins dramatiques. Ces marques frappent, en effet, des correspondances qui, durant leur transport, furent victimes d'un événement malheureux et fortuit qu'il était impossible de prévoir ou d'empêcher : incendie d'un wagon-poste ou d'une gare, déraillement d'un train, chute d'un ballon, destruction d'un avion, naufrage d'un navire.

C'est donc volontairement que nous éliminerons de cette étude les marques postales qui indiquent bien plutôt des *incidents* que des *accidents*, comme les vols de dépêches qui eurent lieu, notamment, en 1895, 1908, 1909 et 1912, les retards dus aux inondations de 1910, la grève des postiers de 1909, etc...

De même, nous ne parlerons pas des estampilles rappelant les multiples causes de retard, de retour ou de refus nées de la guerre : suspension dans l'acheminement de certaines correspondances destinées à des pays ennemis ou à des zones dangereuses, retour des plis adressés à des localités envahies, retards systématiques ordonnés par l'autorité militaire ou par l'autorité judiciaire, saisie de certaines lettres paraissant suspectes, censure postale, etc..., faits évidemment souvent dramatiques en eux-mêmes, mais qui néanmoins, à notre avis, ne semblent pas réellement de nature à conférer à des plis le titre d'accidenté.

Les plis qui nous intéressent peuvent avoir été accidentés durant leur transport sur terre, sur mer ou dans les airs, d'où la classification toute naturelle de ces pièces en trois catégories.

I. Sur terre.

Lorsqu'en avril 1796, au lendemain de l'assassinat du courrier Excoffon et du postillon Audebert, chargés de la malle de Lyon, l'administration des Postes désigna le citoyen Dagand, inspecteur du bureau du départ, pour procéder, sur les lieux du crime, à la récupération des dépêches abandonnées par les assassins, on ne songea pas à frapper ces plis d'une griffe spéciale perpétuant le souvenir de cette affaire célèbre [1]. Il est vrai qu'à cette époque semblable accident n'était pas rare, le banditisme étant devenu une véritable profession, sinon légalement reconnue, du moins ouvertement tolérée.

Ce n'est que quarante années plus tard, à l'occasion du naufrage d'un navire, que l'on crut utile d'indiquer, à l'aide d'une inscription manuscrite, la nature de l'accident ayant occasionné un retard dans la transmission du courrier.

Sur terre, c'est un pli fortement roussi, provenant de Pointe-à-Pitre (Guadeloupe) et portant la date du 20 mai 1903 qui nous a révélé la première inscription de ce genre, à savoir :

Carte postale trouvée en cet état dans les décombres de l'automobile postale incendiée

Mais c'est la catastrophe de Melun qui devait faire naître le premier cachet pour pli accidenté. On se rappelle, en effet, que le 4 novembre 1913 le rapide Marseille—Paris fut pris en écharpe, près de la gare de Melun, par le train-poste de Lyon et de la Suisse. Il y eut trente-neuf morts. Quant au courrier récupéré, il fut frappé d'une griffe, mesurant environ 46 millimètres de longueur, portant cette mention laconique :

Accident de service.

Cette griffe existe en violet et en noir. La couleur violette paraît être la plus commune.

Près de quatre années plus tard (30 août 1917), une bombe

---

1. Lire à ce sujet : *La véritable Affaire du courrier de Lyon.* par G. Tournier (Yvert et Cie, Amiens).

d'avion mettait le feu aux bâtiments annexes de la gare des Orientaux, à Salonique, bâtiments en partie affectés au tri du courrier. Deux wagons-poste, destinés à acheminer la correspondance de l'armée d'orient et garés contre un des bâtiments sinistrés, furent atteints à leur tour et en majeure partie détruits. Les lettres qui purent être sauvées furent, par la suite, dirigées sur Paris après avoir reçu, en bleu, l'empreinte du cachet :

INCENDIE WAGON-POSTE.

Il existe deux types de cette griffe. La première mesure 52 millimètres de longueur sur 2mm1 /2 de hauteur ; nous l'avons vue au dos d'une lettre émanant d'un civil et portant, outre la bande de papier gommé du contrôle postal militaire, le cachet de la censure de l'armée d'orient. Le second type mesure 67 millimètres de longueur sur 4 millimètres de hauteur ; il frappe des lettres militaires provenant des secteurs postaux 502 et 510 et portant les dates des 27, 28 ou 29 août.

Et voici une autre lettre qui vient également nous rappeler les années sombres de la guerre. En partie détruite par le feu, elle possède cette mention manuscrite :

Lettre lacérée par suite d'événements de guerre.

Expédiée de Londres le 4 juillet 1917 à destination d'Epernay, elle fut détériorée dans la nuit du 6 juillet, au cours du bombardement de la poste d'Epernay par les avions ennemis.

En décembre 1918, le feu ayant éclaté dans un wagon-poste de la ligne Bruxelles—Paris, une partie du courrier fut détériorée par les flammes ou par l'eau. De plus, les lettres sauvées subirent un retard de plus de deux mois. Aussi jugea-t-on nécessaire d'expliquer cette lenteur dans la transmission en apposant la griffe suivante, sur deux lignes :

CORRESPONDANCE RETARDÉE
PAR SUITE D'UN INCENDIE.

Cette griffe, qui mesure 50 et 55 millimètres, est frappée en violet. Nous l'avons notamment vue sur des plis provenant de Bruxelles

ou de Verviers (11 décembre 1918). Un de ceux-ci, adressé à Niort, porte le cachet d'arrivée du 18 février 1919. Un autre, à destination de Chartres, est parvenu dans cette ville le 27 janvier 1919.

Enfin, en août 1924, en gare de Bordeaux, l'explosion d'un récipient de gaz ayant mis le feu à un wagon-poste, tout le courrier allait devenir la proie des flammes, lorsque de courageux postiers ambulants réussirent à sauver les sacs de dépêches les plus précieux. Mais les plis avaient déjà subi les atteintes du feu et l'administration dut les revêtir de cette empreinte, apposée en noir :

Détériorée par incendie dans wagon-poste.

L'année suivante, c'est la gare de Rouen qui, dans la nuit du 14 au 15 octobre, était victime d'un violent incendie. Après une lutte héroïque, on parvint cependant à arracher aux flammes la majeure partie des 307 sacs qui composaient le courrier d'Amérique, puisque l'on réachemina, par la suite, 75.000 lettres, 1.000 catalogues de grands magasins, 500 paquets et 525 lettres recommandées (1).

Le 28 novembre 1926, c'est en gare de Mantes qu'un incendie se déclarait, et il semble bien que c'est à l'occasion de ce sinistre que le bureau des rebuts de Paris créa la griffe qui, désormais, devait frapper les plis victimes d'accidents de ce genre et réacheminés par ce service (2) :

SERVICE POSTAL FRANCAIS

Correspondance retardée par
suite de l'incendie d'un
wagon-poste.

NE PAS TAXER

Cette griffe servit, notamment, en février 1930, à l'occasion

1. Les débris de correspondances furent recueillis dans 150 sacs, étiquetés « Archives confidentielles. Pilon ». Il y eut, en outre, 900 paquets non renvoyables.

2. Un autre type de griffe, également en usage au service des Rebuts de Paris, indique en outre, avant « Ne pas taxer » : « Reconstituë par le Service Français ».

de l'incendie du fourgon postal attelé au train 122 Mons—Paris. Ce sinistre, qui éclata le 12 février, menaça de détruire les 134 sacs de dépêches originaires des Pays-Bas et de Belgique à destination du Congo belge, des Etats-Unis, du Canada, etc... Grâce au sang-froid du chef de train et au stoïcisme des « ambulants » qui demeurèrent dans leur wagon transformé en brasier, le train, forçant sa vitesse, put atteindre la gare de Saint-Quentin, où des secours rapides et importants permirent d'éviter une véritable catastrophe.

Qu'on nous permette de signaler encore deux griffes qui appartiennent plutôt aux marques de retard, les plis qu'elles frappent n'ayant pas été réellement accidentés. Mais ces plis rappellent des heures si angoissantes, ils ont été les témoins d'un si gigantesque drame, ils ont connu aussi des jours si incertains, qu'ils ont conquis des droits à figurer ici.

Le premier de ces plis (une carte-postale) porte le cachet de départ de « Paris XVI Place Chopin » et la date du 24 août 1914. Expédié au bureau de Pont-Faverger (Marne), poste restante, il dut être saisi par les troupes allemandes dans les premiers jours de septembre, alors qu'il attendait d'être réclamé par son destinataire. Délivré après la victoire de la Marne, il fut porté à Châlons-sur-Marne, où la direction départementale l'agrémenta de cette griffe violette, sur trois lignes :

Correspondance prise par l'ennemi
et réintégrée
dans le Service.

Cette carte fut ensuite réexpédiée à Pont-Faverger, le 29 octobre 1914.

Le second pli fait également allusion à la première victoire de la Marne. Lui aussi fut fait « prisonnier » à la suite de l'avance des troupes allemandes, puis délivré lors du glorieux rétablissement de nos armées. La griffe porte le même texte que précédemment, mais, composé à l'aide d'un composteur, ce texte se présente différemment :

Correspondance prise
Par l'Ennemi et Réintégrée
Dans le service.

Cette marque, riche en majuscules, se voit, en violet, sur une enveloppe de service n° 819. Elle est accompagnée de la griffe du directeur des Postes et Télégraphes du département de la Marne, ainsi que du timbre à date de cette ville : 28-11-14 (1).

II. Sur mer.

Nous avons dit précédemment que la plus ancienne marque d'accident que nous connaissions figurait sur des plis provenant d'un bateau naufragé. C'est, en effet, sur une lettre portant le cachet de départ de St Pierre d'Oléron et la date du 28 décembre 1838 que nous trouvons cette mention manuscrite (fig. 1) :

Naufrage du Nre la Bonne Mère Cape Fournier.

Mais le retard causé par cet accident ne dut pas être considérable,

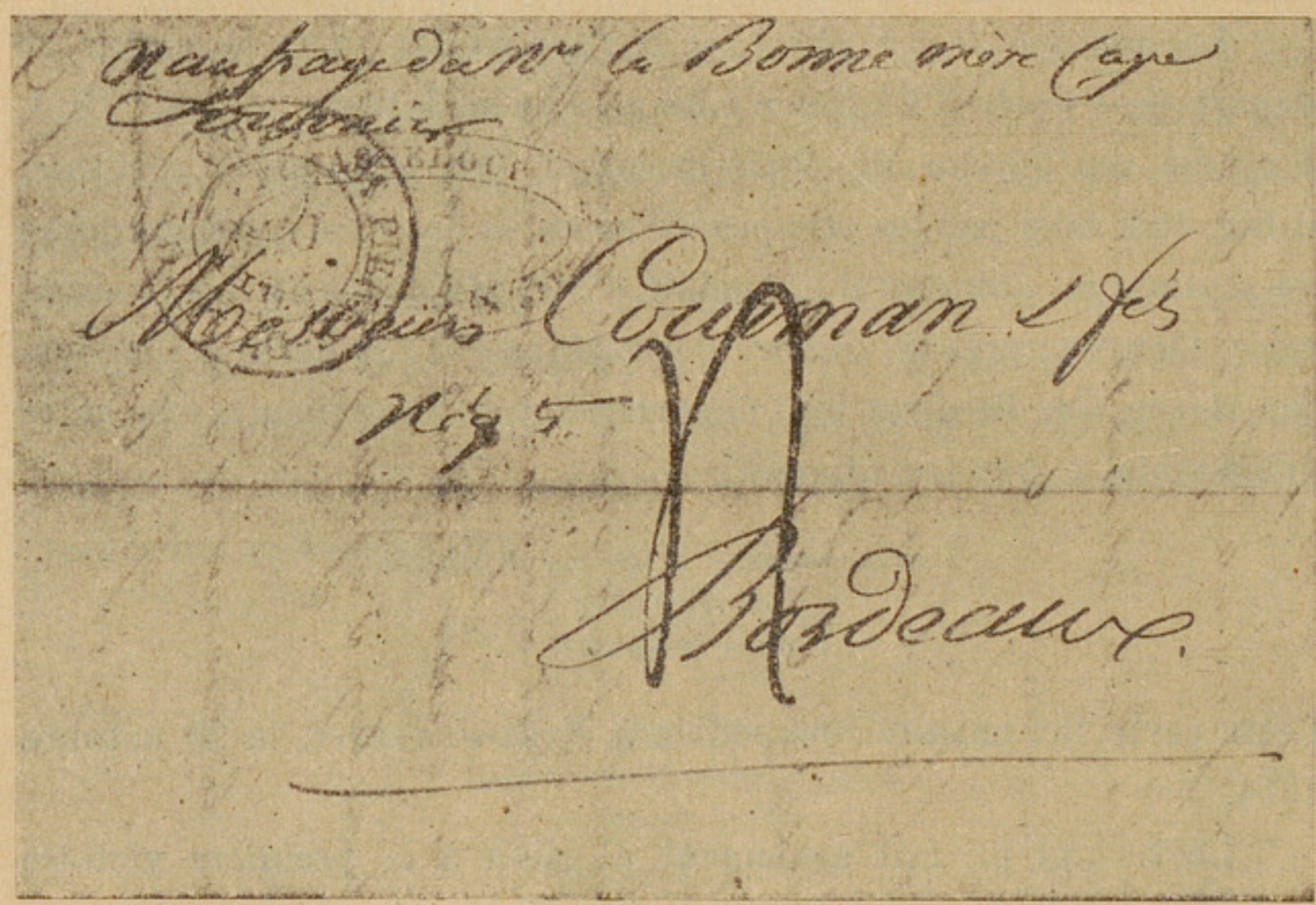


Fig. 1. *(Coll. de l'auteur.)*

puisque le pli porte au dos le cachet de Saintes (?) du 29 décembre et celui de Bordeaux, lieu de destination, du 30 décembre.

1. Ces griffes mesurent respectivement : la première : 1re ligne : 100mm ; 2e ligne : 39mm ; 3e ligne : 44mm ; la seconde : 1re ligne : 57mm ; 2e ligne : 73mm ; 3e ligne : 47mm.

Une autre inscription similaire figurerait sur les plis provenant du naufrage du navire *le Sahel*, accident qui s'est produit en 1863, mais dont nous n'avons pu retrouver trace.

En 1887, le *Tasmania*, vapeur qui transportait le courrier d'Egypte, faisait à son tour naufrage. On put néanmoins sauver une partie du courrier et l'on écrivit, au dos des plis récupérés :

Provenant du naufrage du Tasmania,

sur deux lignes accompagnées d'un paraphe. La lettre que nous possédons provient de Port-Saïd (12 avril 1887) ; elle porte en outre, au recto, la mention :

Timbres égarés
dans le naufrage.

L'année 1891 voit la perte du *Comte Valery*, accident qui occasionna la confection de cette griffe, sur trois lignes (fig. 2) :

LETTRE AFFRANCHIE
NAUFRAGE
DU COMTE VALERY

griffe apposée en noir et qui avait le triple avantage d'expliquer l'absence des figurines postales, le retard dans la transmission et le mauvais état de la lettre.

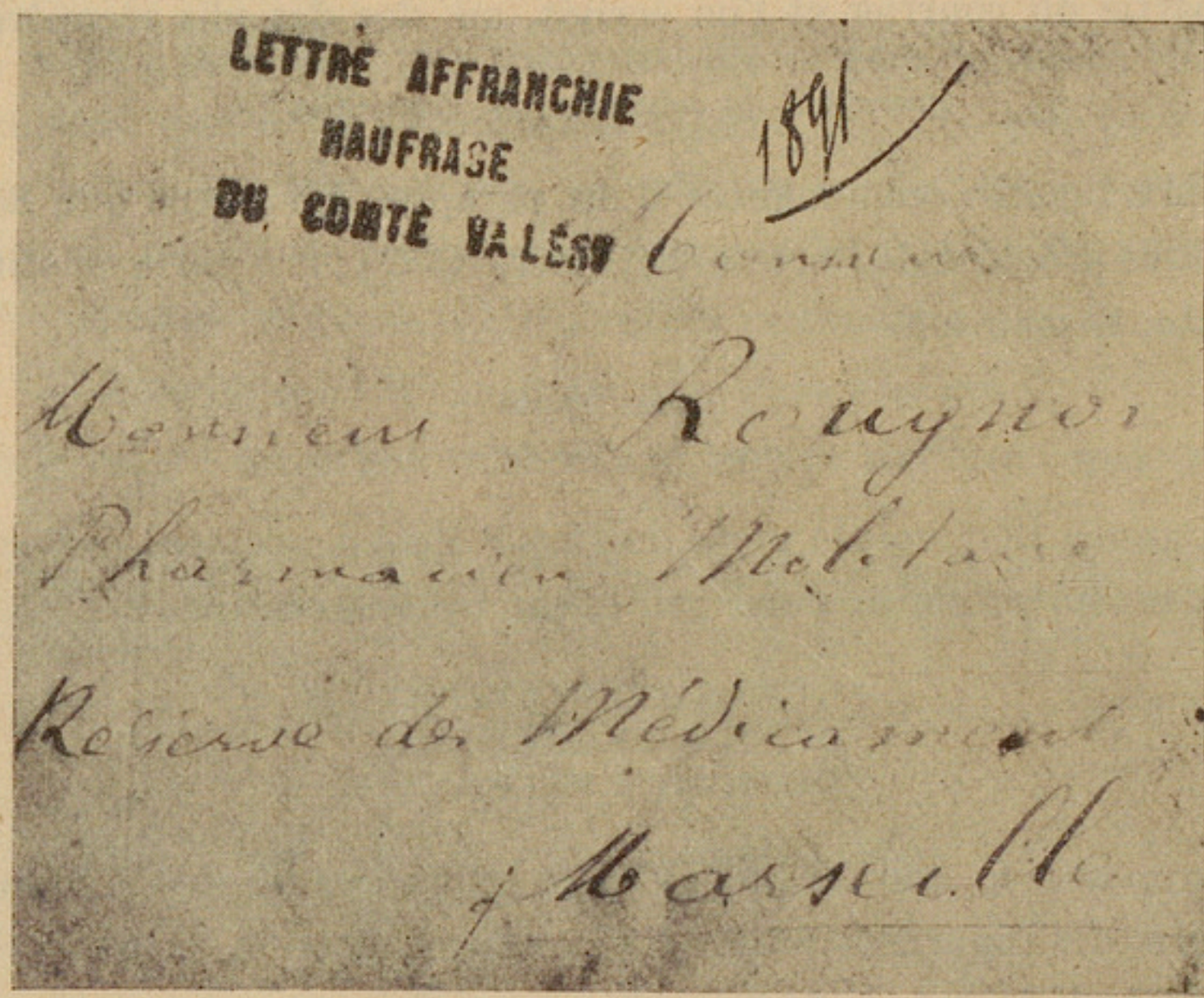
Une autre marque très explicite figure au dos d'un pli portant le cachet d'arrivée de Brazzaville (Congo français). Malheureusement, le bloc dateur est peu lisible, de sorte qu'il est difficile de savoir si cet accident eut lieu en 1898 ou en 1908 :

Parvenu en mauvais état
à Brazzaville le 12 octobre
Détérioré dans L'OUBANGHI-
CHARI-TCHAD
— NAUFRAGE —

Cette griffe mesure respectivement : 68, 70, 65, 26 et 47 millimètres. Le courrier qui en a été frappé doit provenir d'un bateau ayant chaviré sur un des rapides de l'Oubangui, fait assez fréquent, mais qui ne donne pas naissance, d'habitude, à la création d'une griffe spéciale.

La liste des courriers naufragés au cours du XXe siècle débute

par le naufrage de *la Russie*. Le 7 janvier 1901, à 5 heures du matin, par très gros temps, le courrier d'Oran *la Russie*, de la S^té^ générale des Transports maritimes, s'échouait en vue de Marseille, en face du sémaphore de Faraman. En raison de l'état de la mer, les cent deux passagers ne purent être sauvés que cinq jours plus



(*Coll. de l'auteur.*)

Fig. 2.

tard. Quant au courrier, après avoir été séché, il fut frappé, en rouge pâle, en violine ou en violet, de la griffe :

NAUFRAGE DE LA RUSSIE.

Cette griffe mesure 61 millimètres de longueur.

L'année suivante, c'est *le Passe-Partout* qui est victime d'un semblable événement de mer. Les correspondances sauvées des eaux furent passées, au verso, sur une plaque à autographier où l'on avait décalqué en ronde cette mention, sur trois lignes :

Naufrage
Du
Passe-Partout

L'encrage est violet.

Le 7 juin 1903, alors qu'il venait de quitter le port de la Joliette, à Marseille, le vapeur *Liban*, de la compagnie Fraissinet, faisant route pour la Corse avec deux cent quarante-cinq passagers, était violemment accosté par le vapeur *Insulaire*, appartenant à la même compagnie. Pris par tribord, le *Liban* coula en moins de dix minutes. Il y eut près de cent cinquante victimes. Le courrier transporté par ce navire comprenait vingt-sept sacs de dépêches, soit dix-huit sacs apportés par le service ambulant et neuf provenant de la recette de Marseille ; les chargements s'élevaient, d'autre part, à une somme très importante. La récupération de ce volumineux courrier fut longue et difficultueuse et certains plis ne purent être sauvés que vingt jours plus tard. Au fur et à mesure de leur mise à nouveau dans le service, les correspondances étaient revêtues, par le bureau de Marseille, de cette griffe, vue seulement en bleu :

NAUFRAGE DU LIBAN

Quelques mois plus tôt, sur une lettre recommandée datée de Mongtzé (Chine), 20 février 1903, lettre copieusement tachée, on avait écrit :

Lettre détériorée dans un naufrage-Laokay.

Cette inscription était suivie d'un paraphe. Ce pli recommandé, adressé à Coulommiers, porte le cachet d'arrivée du 21 avril 1903. Les timbres sont intacts.

Dans les premiers jours de janvier 1905, le courrier provenant de la Grande Comore fut, lui aussi, victime d'un accident qui détériora légèrement les dépêches. Aussi celles-ci furent-elles frappées, au verso, de cette grande griffe, probablement d'origine marseillaise (fig. 3) :

Lettre parvenue en mauvais état
Naufrage d'un boutre de la
GRANDE COMORE

L'encre employée est noire. Le pli que nous avons vu porte un cachet de départ du 5 janvier 1905 et un cachet d'arrivée à Choisy-le-Roi (Seine) du 16 février.

Pendant quatre années, la série de ces sinistres griffes semble être close. Mais le 27 février 1909, elle s'ouvre de nouveau. Ce jour-là, en effet, le paquebot *la Ville d'Alger* faisait naufrage en rade de Marseille. Il n'y eut, heureusement, qu'une seule mort à

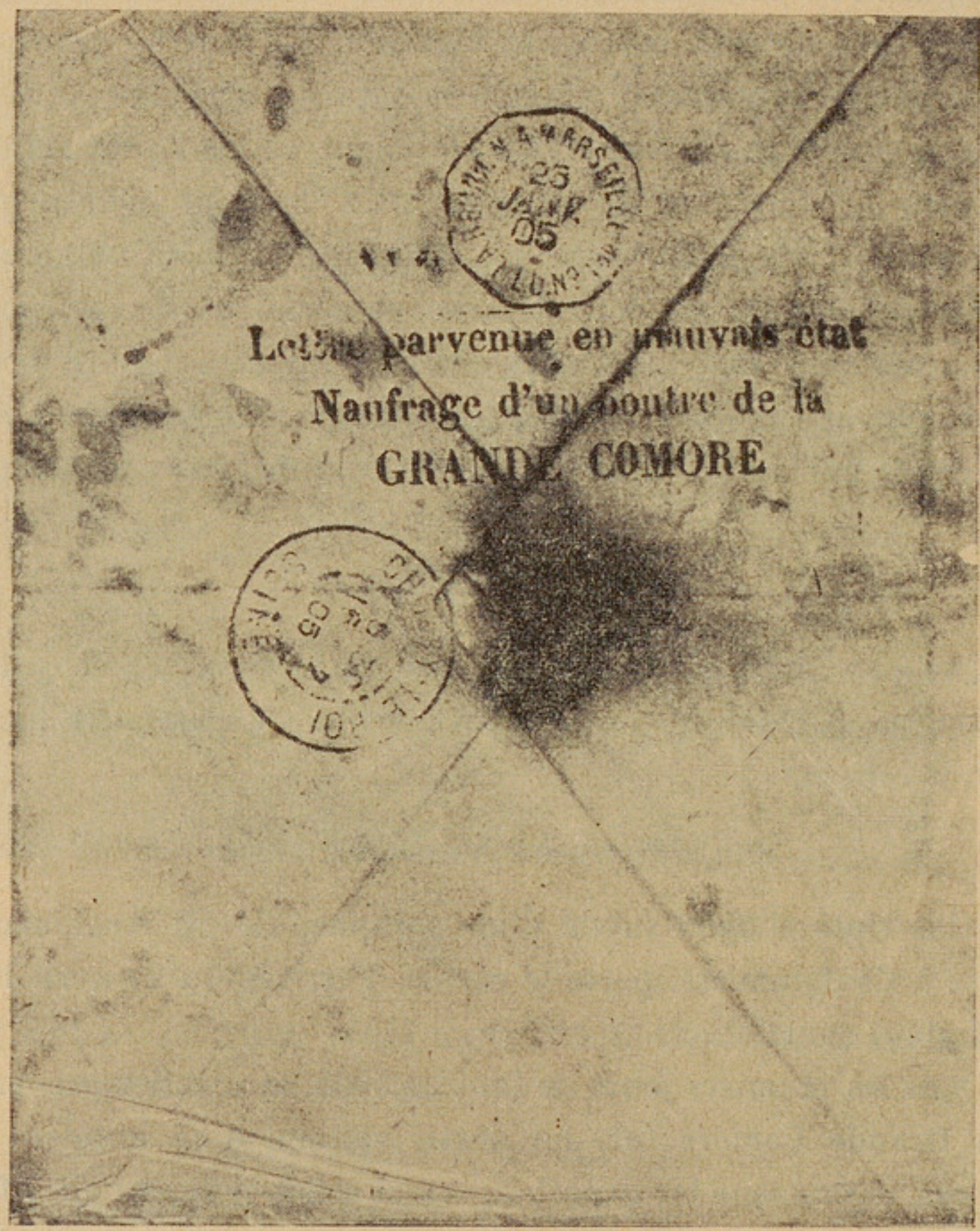


Fig. 3. (*Coll. Samouel.*)

déplorer, et les sacs de dépêches furent rapidement retirés des eaux par d'habiles scaphandriers. Ces plis, une fois séchés, furent remis en circulation après avoir reçu l'empreinte d'une griffe mentionnant l'accident. Il existe trois types de cette griffe. Le premier, de beaucoup le plus commun, indique sur deux lignes :

NAUFRAGE DE LA
« VILLE D'ALGER ».

La première ligne mesure 32 millimètres de longueur et la seconde 35 ; l'encrage est noir. Le second type n'est qu'une variante du précédent : la seconde ligne, en effet, ne possède plus de guillemets et les mots « ville » et « d' » sont accolés ; cette ligne mesure ainsi seulement 28 millimètres ; l'encrage est également noir. Quant au troisième cachet, il semble avoir été confectionné à l'aide d'un composteur ; également sur deux lignes, le texte, en grands caractères bâton, est mal équilibré :

NAUFRAGE DE « LA VILLE
D'ALGER »

La première ligne mesure 66 millimètres et la seconde à peine 25, guillemets compris ; l'encrage est violet. Cette griffe de fortune ne paraît pas avoir beaucoup servi, car on la rencontre rarement.

L'année suivante devait connaître encore une terrible catastrophe : le naufrage du *Général Chanzy*. Ce superbe paquebot, qui appartenait à la Compagnie générale transatlantique, faisait, lui aussi, le service de Marseille à Alger. Parti par gros temps de la Joliette, le 9 février 1910 à 1 heure, il devait, quatre heures plus tard, se perdre sur les rochers, non loin de l'île Minorque. L'explosion des chaudières déchiqueta littéralement le navire, qui sombra en quelques secondes, et ce terrible accident coûta la vie à cent cinquante-huit personnes (1). Sur les cent-vingt sacs de dépêches que transportait ce paquebot, quelques uns seulement furent repêchés, par la suite, sur les côtes d'Espagne ou de Provence. Ces lettres, expédiées à Marseille, reçurent alors, en violet, l'empreinte d'une estampille de grande dimension (2), sur deux lignes :

NAUFRAGE DU
GÉNÉRAL CHANZY

Les plis portant cette griffe sont assez rares, surtout ceux qui proviennent vraiment du *Général Chanzy*, car d'habiles faussaires marseillais s'empressèrent, peu de temps après cet accident, de

1. Il n'y eut qu'un seul survivant.

2. Les lettres mesurent 6 millimètres de hauteur. La longueur de la 1re ligne est de 41 millimètres et celle de la seconde de 51 millimètres.

fabriquer, à l'usage des collectionneurs, de faux plis accidentés.

Et puis, c'est la grande guerre et durant quatre années, la mer, elle aussi, va se transformer en un immense tombeau. Car c'est par centaines que, victimes des mines, des torpilles ou des obus, les beaux navires alliés devaient s'abîmer dans les flots. La fin du cuirassé *le Bouvet* demeurera, notamment, un des plus hauts faits de notre marine nationale. Torpillé durant la téméraire expédition des Dardanelles, l'équipage eut une conduite héroïque, qui devait forcer l'admiration des Turcs eux-mêmes. Ce navire ne transportait pas de courrier, et c'est donc sur des plis destinés à cette unité qu'il faut rechercher le souvenir de sa fin glorieuse. La correspondance destinée à l'équipage du *Bouvet* était, en effet, en mer lorsque parvint la nouvelle de la perte de ce beau cuirassé. Cette correspondance fut donc renvoyée au bureau de la Solde, à Toulon, qui fit parvenir aux expéditeurs les plis indiquant l'adresse de ceux-ci, après les avoir frappés du classique cachet : « *Le destinataire n'a pu être atteint en temps utile* », cachet qui se retrouve, hélas ! sur tant de plis adressés à des combattants. Quant aux autres lettres, elles furent ouvertes par un commissaire de la Marine de 1re classe et renvoyées à leurs auteurs lorsque ceux-ci avaient eu la sage précaution d'indiquer leur adresse dans l'intérieur de la missive. Au nombre d'environ deux cents, ces lettres, à la suite d'une convention spéciale entre le ministère de la Marine et le ministère des Postes, furent estampillées de cette mention :

Le DESTINATAIRE n'a pu être Atteint
le BOUVET ayant Disparu
Lettre ouverte par
le Service de la SOLDE de Toulon.

Le 6 mars 1915, à 2 heures du matin et à environ 1.500 kilomètres du Havre, le feu se déclarait dans une cale du paquebot *la Touraine*, de la Compagnie générale transatlantique, paquebot venant de New-York. Rapidement combattu, l'incendie fut maîtrisé après quelques heures d'efforts et *la Touraine*, escortée par le steamer *Rotterdam*, parvenait, dans la soirée du 8 mars, à gagner le port du Havre. A la suite de cet accident, attribué à la malveil-

lance pour ne pas dire à des espions, une partie du courrier fut endommagé et reçut l'inscription suivante, composée à l'aide des moyens du bord :

Incendie
LA TOURAINE
6 MAR [sic] 1915.

La première ligne, manuscrite, est tracée au crayon à l'aniline ; la seconde, en noir, est obtenue à l'aide de la griffe réglementaire du navire ; enfin la troisième ligne, en violet, provient d'un tampon dateur en caoutchouc.

Et voici sans doute encore un lugubre souvenir de l'odieuse guerre sous-marine. La carte-postale qui porte la tragique inscription a été expédiée le 22 février 1917 de Salt Lake City (Utah) dans les Etats-Unis, à destination de Troyes (Aube), où elle est parvenue en piètre état, démunie de timbres et détériorée par l'eau de mer. Et pour expliquer ces avaries on a écrit :

Accident en mer.

mention très certainement intentionnellement vague et qu'un paraphe accompagne.

Sur une lettre ayant perdu ses timbres et dont le cachet de départ a été tellement délayé par l'eau de mer qu'il est devenu totalement illisible, on remarque au verso cette mention manuscrite :

Retrouvée au fond de l'eau
(Naufrage) à bord de la Champagne
Paris, le 15 oct. 1917
(paraphe)

Cette inscription s'accompagne du cachet des rebuts de Paris portant la date du 13 octobre 1917.

C'est encore une torpille qui, à la fin de mars 1918, coula non loin de nos côtes le navire qui transportait le courrier de l'armée d'orient. Les sacs de dépêches, péniblement repêchés, reçurent au bureau de Marseille cette marque, avare de détails :

BATEAU NAUFRAGE MARSEILLE

Cette griffe, qui mesure environ 52 millimètres de longueur, est composée en caractères de deux grandeurs différentes. L'encre est noire. La frappe est toujours défectueuse et les plis ont beaucoup soufferts.

A la même époque, le courrier de Scandinavie était, à son tour, « accidenté ». S'agissait-il encore d'un *casus belli* ? C'est très probable. Quoi qu'il en soit, la lettre que nous possédons, fortement endommagée par un long séjour dans l'eau et naturellement dépourvue de timbres-poste, porte simplement, tracée au crayon d'aniline, la mention :

Détériorée par l'eau de mer
le C^is

Quant au verso, il est agrémenté d'une bande gommée provenant du Contrôle postal militaire, ainsi que du cachet ovale du bureau n° 13 (Commission de Dieppe) et du cachet d'arrivée à Saint-Cast le 14-6-18.

De quel genre d'accident fut aussi victime le navire qui transportait cette lettre de Port-au-Prince, datée du 22 novembre 1919, parvenue à Paris le 5 janvier 1920 et qui porte en violet cette griffe :

ACCIDENT DE MER

Bureau du
HAVRE-PRINCIPAL

Nous manquons également de renseignements sur le genre d'accident qui, vers la même époque, mit à mal le courrier en provenance du Pérou. Les lettres que nous avons entre les mains et qui portent, soit le cachet d'arrivée de Paris-Etranger-Chargements en date du 4 janvier 1920, soit le cachet de Paris R.P-Etranger du 28 décembre 1919, possèdent simplement l'énigmatique griffe (en noir) (1) :

ACCIDENT DE SERVICE

Vers le mois d'avril 1921, les correspondances du courrier de

1. Hauteur des lettres : 4 millimètres ; longueur de la griffe : 52 millimètres.

Syrie furent assez sérieusement détériorées pour justifier l'application de cette griffe (en noir) (1) :

ACCIDENT EN MER
CORRESPONDANCE INONDÉE

Le pli que nous avons entre les mains est arrivé à Lyon le 30 avril.

Sur une lettre datée de Tripoli (Syrie) le 6-4-21 et paraissant avoir appartenu au même courrier, nous avons relevé cette autre griffe, apposée cette fois-ci, en bleu (2) :

ACCIDENT EN MER
COURRIER INONDÉ

Cette lettre était adressée à Paris.

L'accident survenu au courrier de Syrie aurait-il donc donné naissance à deux griffes : l'une à Lyon, l'autre à Paris. C'est probable.

Il serait également possible que cette étiquette de fortune, dont le texte, en violet (3), a été obtenu à l'aide de la pâte à polycopier, concernât le même accident, le cachet à date qui frappe en partie cette étiquette indiquant : Paris-Distrib^on^ 13/2-5-21 :

Correspondances reçues de
Genève dans un sac étiqueté :
Correspondances naufragées.

La lettre qui porte cette étiquette provient de Bombay. Elle est démunie de ses timbres-poste et les cachets à date sont devenus illisibles.

Le 15 octobre 1923, le feu se déclarait à bord de *l'Angkor*, qui transportait le courrier de France à destination de l'Asie. Les lettres, peu ou prou abîmées, furent munies de petites étiquettes

1. Longueur de la première ligne : 51 millimètres, de la seconde ligne : 68 millimètres.

2. Longueur de la première ligne : 54 millimètres ; de la seconde : 56 millimètres.

3. Longueur de la première ligne : 73 millimètres ; de la seconde : 80 millimètres ; de la troisième : 74 millimètres.

roses, mesurant 10 centimètres de longueur sur 4 de hauteur ; ces étiquettes portent, imprimés en noir, soit le texte suivant (fig. 4) :

Deteriore par le feu et l'immersion
lors de l'incendie du 15 Oct. 1923
à bord du paquebot « Angkor »,
et reconstitué par le bureau maritime postal
de Marseille à Yokohama.

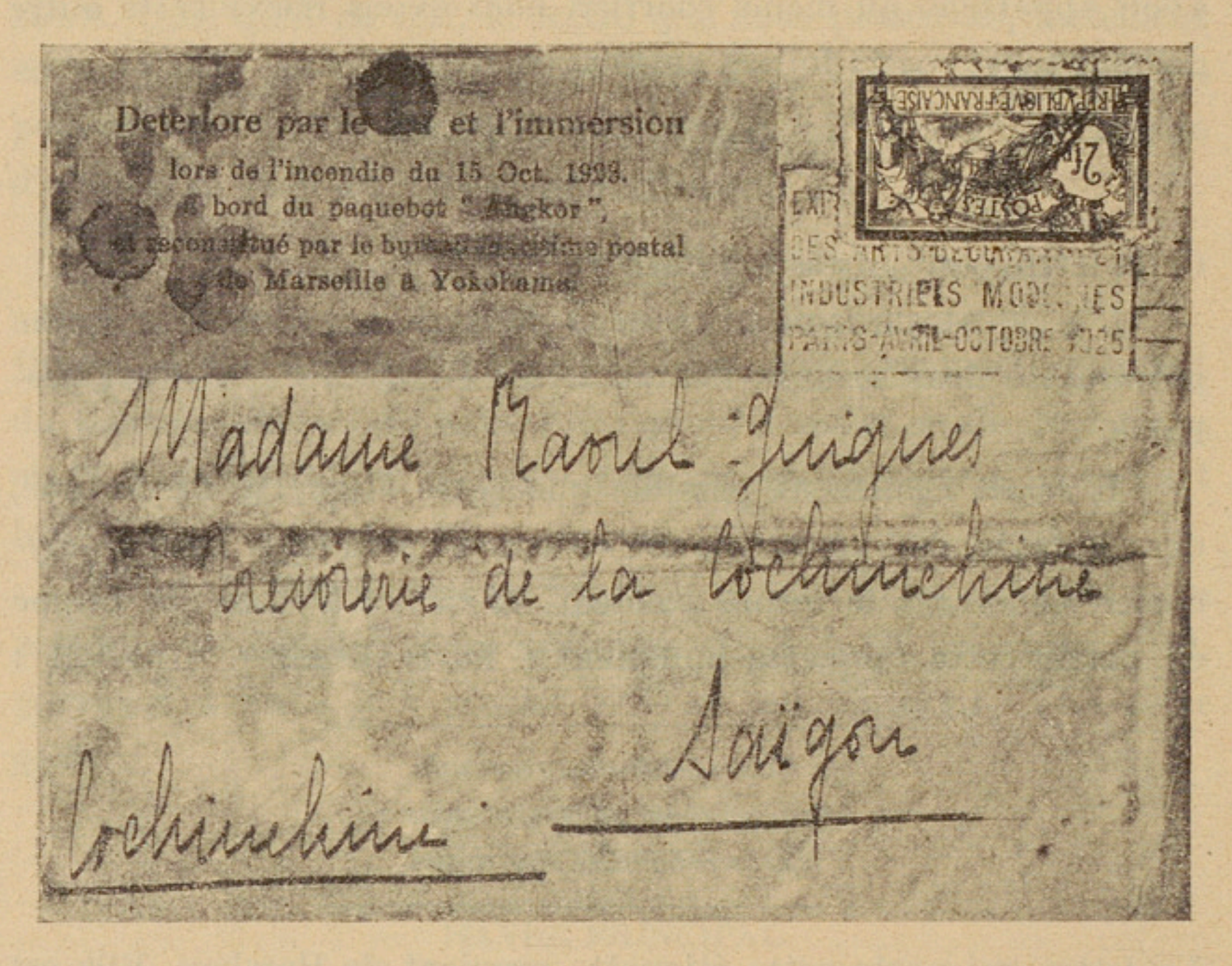


Fig. 4. (*Coll. Samouel.*)

soit celui-ci :

Lettre détériorée par le feu
et l'immersion lors de l'incendie du 15 Oct. 1923
à bord de l' « Angkor »
et reconstituée par le bureau maritime postal
de Marseille â Yokohama

Une de ces lettres porte le cachet d'arrivée : Saïgon-Central 2 nov. 1923.

Quatre années plus tard, exactement le 23 juin 1927, le vapeur *Largeau* s'échouait sur le Congo, à peu de distance de Brazzaville. Pour commémorer cet incident, qui n'eut d'autres conséquences fâcheuses que d'endommager quelques lettres, la recette principale

de Brazzaville revêtit le courrier en provenance du Tchad, de l'Oubangui et du Moyen Congo, de cette griffe sur deux lignes :

COURRIER NAUFRAGE
SUR LE CONGO

Cette griffe, apposée en noir, mesure 35 et 24 millimètres.
La plupart des exemplaires qui circulent sont des pièces de complaisance, fabriquées après coup à l'usage des collectionneurs.

C'est également un accident sans gravité qui motiva l'emploi de cette griffe sur trois lignes :

Courrier parvenu mouillé
à Dakar suite avarie d'eau
au vapeur ARCHINARD

griffe apposée en noir sur le courrier du Sénégal daté des premiers jours de janvier 1929. *L'Archinard*, vapeur qui appartient à la Société des Messageries africaines, dessert une partie de la côte sénégalaise. L'accident qui détériora le courrier ne dut pas être bien sérieux, puisque les dépêches n'eurent à supporter qu'un retard insignifiant (1).

(*A suivre*)

---

1. L'apposition de cette griffe ne paraît pas avoir été faite au bureau de Dakar, celui-ci se contentant, dans des cas semblables, de porter sur les plis une indication manuscrite. D'autre part, le courrier mouillé a dû être très peu important, la Casamance, desservie par l'*Archinard*, ne comptant pas plus de deux cents Européens.

BOULISTERIE DES TÉLÉGRAMMES TÉLÉPHONÉS

à Paris-Central et à Lyon-Central,

par Maurice MAIRE, rédacteur principal,
et Jean GILLES, contrôleur des Postes et Télégraphes.

En principe, un transporteur à bande est une chose très simple. Une bande de cuir, de coton ou d'un tissu souple et résistant est tendue entre deux cylindres ou rouleaux montés sur tourillons ; l'un des cylindres tourne sous l'action d'un moteur et la bande se déplace d'un mouvement continu. Une feuille de papier déposée sur la bande est entraînée jusqu'à l'autre rouleau et tombe dans une trémie réceptrice.

Dans la pratique, des cas difficiles se présentent : par exemple quand il s'agit de franchir un passage, d'assurer un transport bilatéral avec la même bande, ou de déposer les papiers en divers points du parcours. Il y a aussi des inconvénients à combattre : l'action des courants d'air, l'électrisation des papiers sous le frottement de la bande, ce qui les fait adhérer et empêche leur projection, le centrage des feuilles sur l'axe de la bande afin d'éviter qu'elles ne débordent et ne s'enroulent autour des cylindres, etc...

Après quelques réalisations simples de ce genre d'acheminement des messages, un premier essai de levée des télégrammes sur les positions de réception et leur concentration en un point fut tenté au bureau des télégrammes téléphonés du poste central télégraphique de Paris. Deux catégories de messages y sont traitées : celle des correspondances dictées par l'abonné aux fins de transmission sur le réseau télégraphique, et celle des télégrammes qui, arrivant du réseau, doivent être téléphonés au domicile de l'abonné destinataire. Les télégrammes de la première catégorie sont, en général, de beaucoup les plus nombreux. De sorte qu'il y

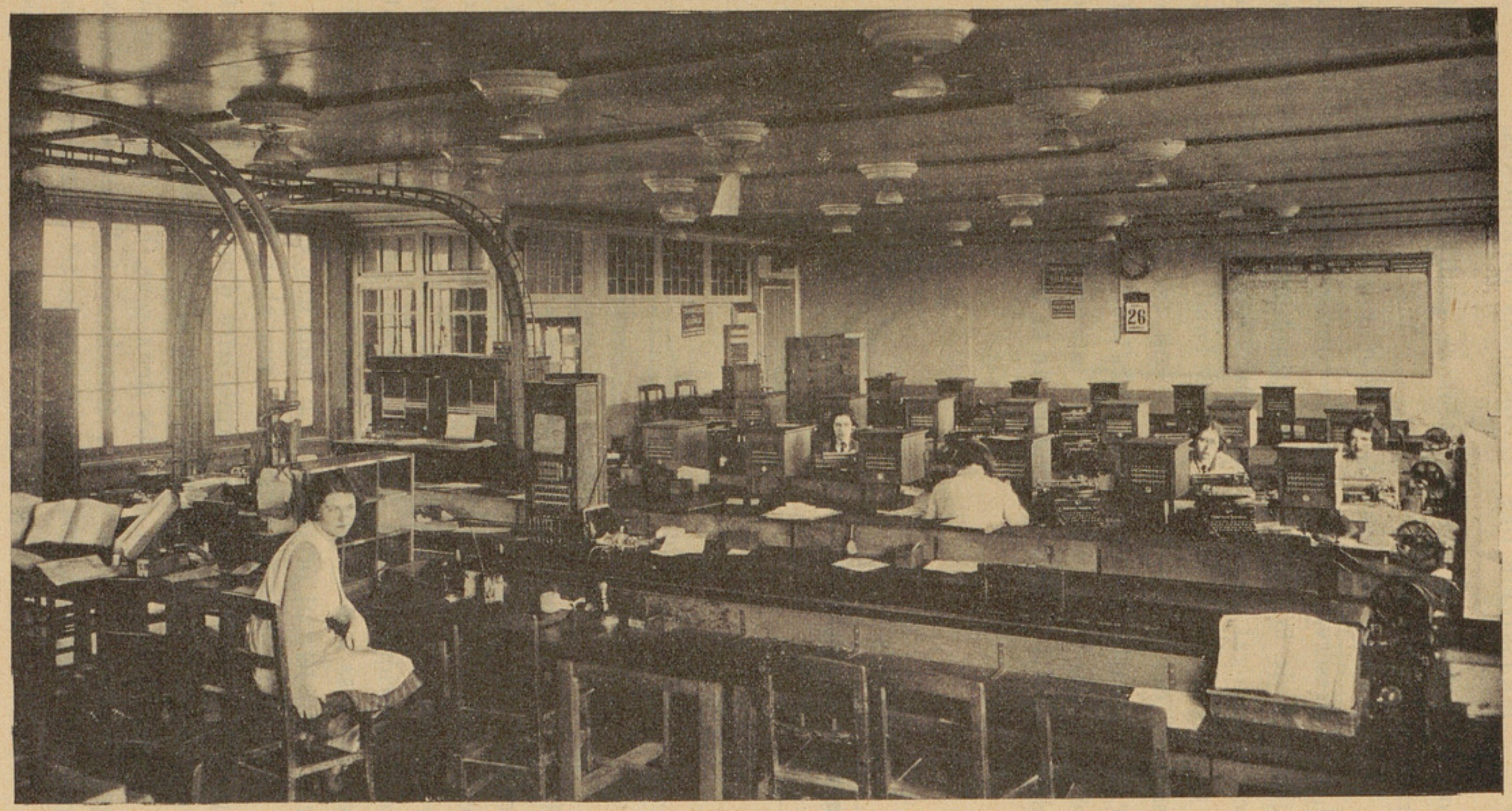


Fig. 1.

a toujours, dans ces stations, plus de positions d'opératrices à l'arrivée qu'au départ.

Les positions, réparties de part et d'autre des tables de travail, sont desservies par une bande convoyeuse placée dans l'axe longitudinal de la table et se déversant par une glissière sur un collecteur général perpendiculaire, dans le plan horizontal, à l'axe des travées d'arrivée (fig. 1). Chaque bande tendue sur rouleaux, glissant sur des feuilles d'aluminium poli, est actionnée par un moteur de 125 watts disposé au bout de la table. Le collecteur général, situé en contre-bas (à 60^{cm} du sol), amène les messages au poste de direction. La surface supérieure de la table de ce poste étant

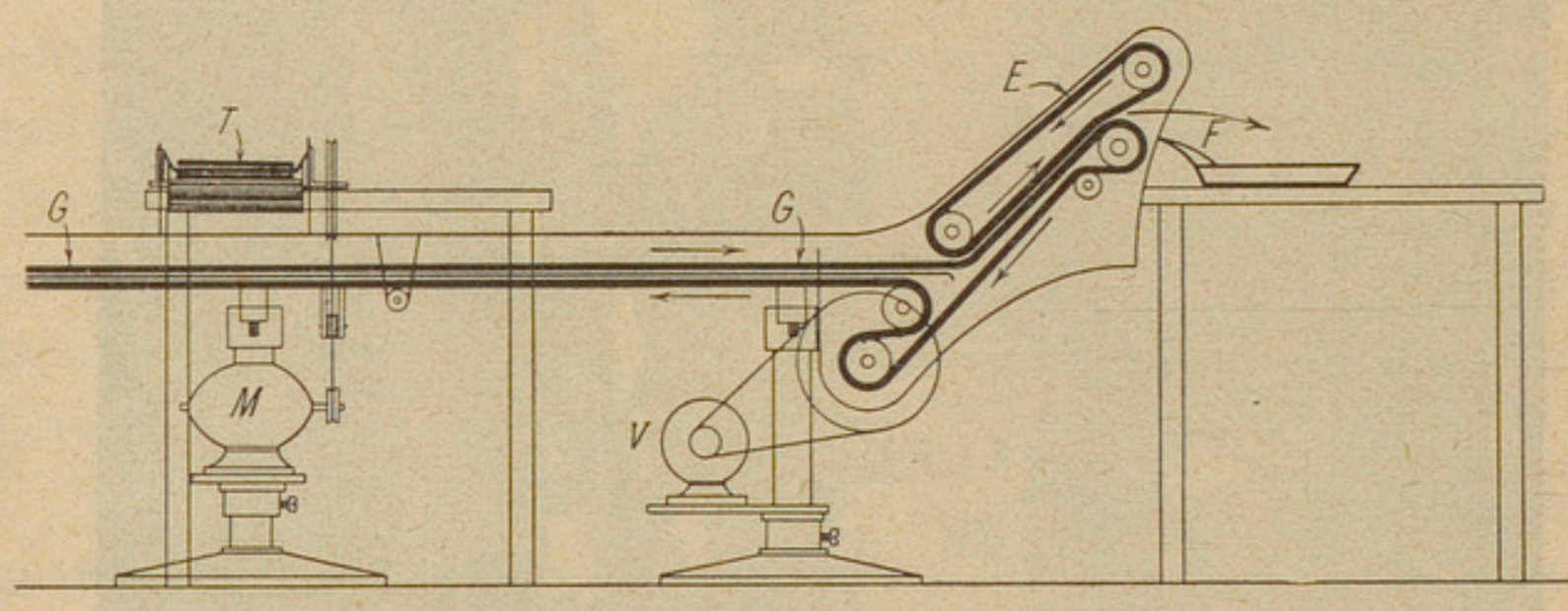


Fig. 2.

de 0^{m},72, un élément élévateur prend les télégrammes et les dépose à proximité du dirigeur. La figure 2 montre une portion du collecteur général GG, une coupe transversale d'une courroie de travée T avec son moteur M et l'élément élévateur E mû par un moteur électrique V. Les feuilles arrivant par le collecteur sont serrées entre sa bande et la partie ascendante de la bande de l'élévateur et finalement projetées en F dans une trémie.

Les télégrammes à transmettre aux abonnés sont dirigés sur les positions spéciales par l'intermédiaire d'un pont franchissant une allée à 2^{m},50 du sol. La figure 3 indique la disposition des bandes qui assurent le transport dans les deux sens. Les télégrammes à téléphoner sont déposés en D, franchissent l'allée entre deux bandes et tombent en A_2. Dans l'autre sens, les télégrammes transmis aux abonnés reviennent par un transporteur b et sont déposés

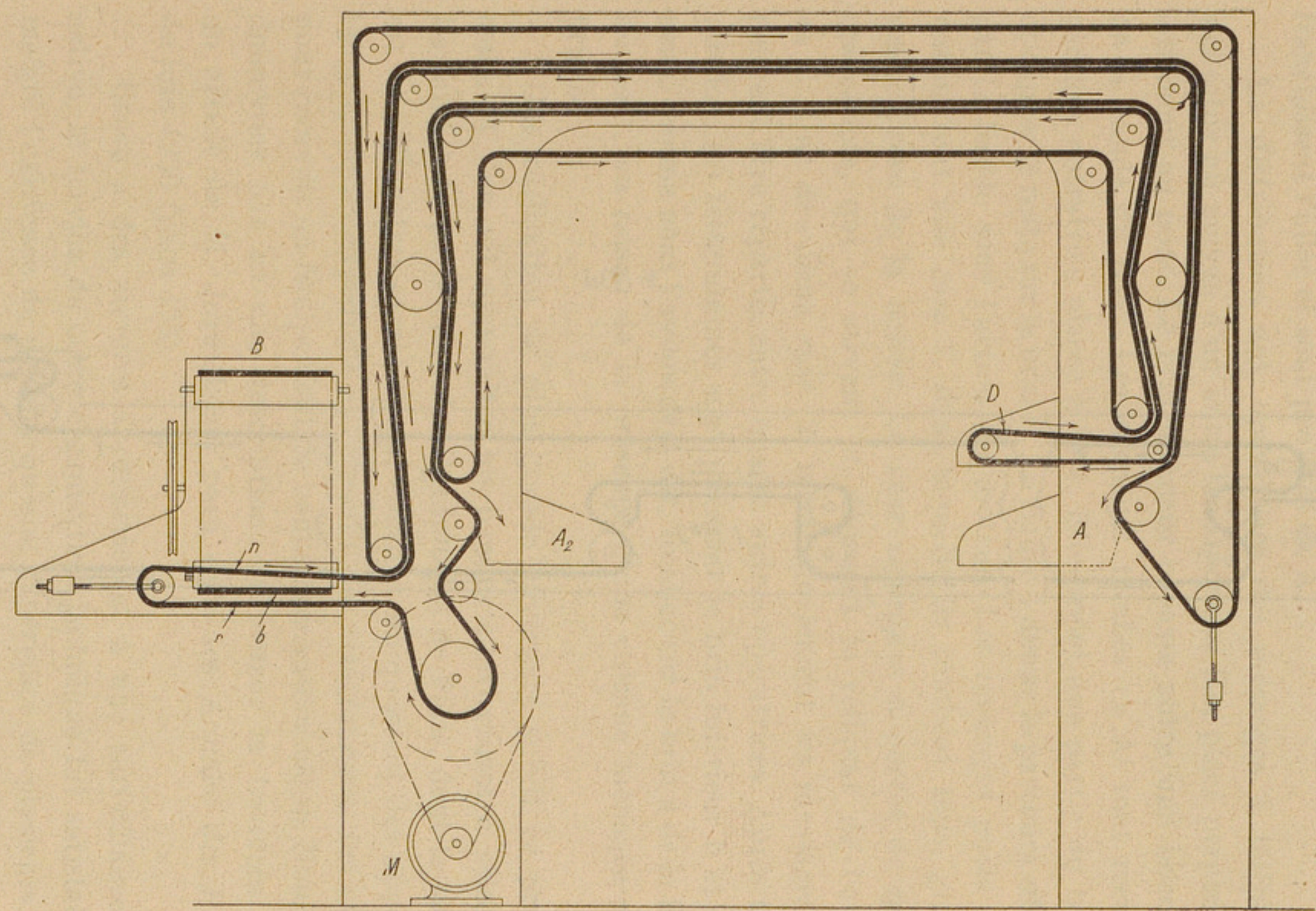


Fig. 3.

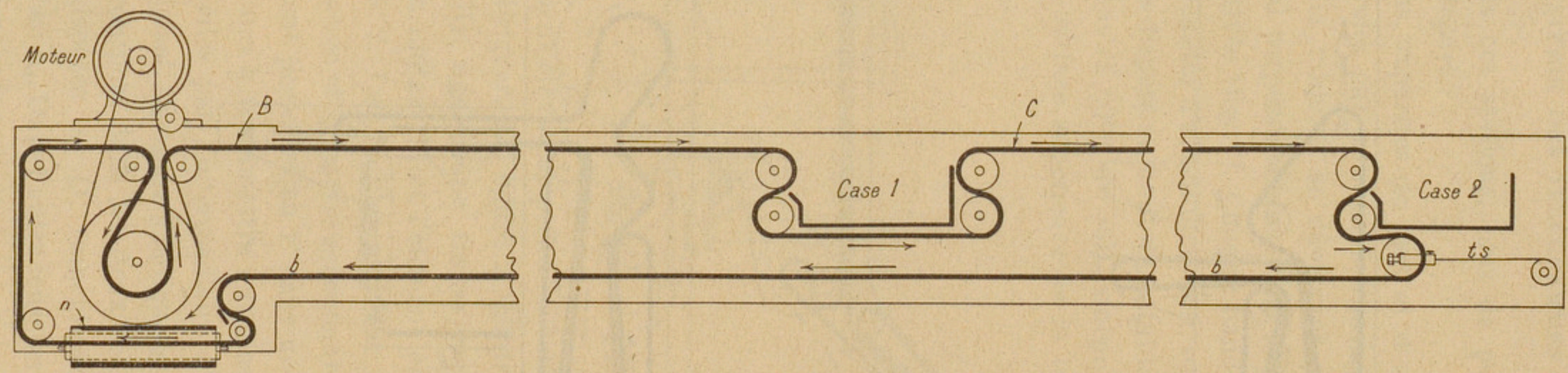


Fig. 4.

en n sur le brin de retour du pont ; saisis entre deux bandes, ils franchissent l'allée et sont projetés en A.

La distribution aux opératrices des messages à téléphoner s'effectue au moyen d'un autre transporteur Bb, placé perpendiculairement au pont. Le brin inférieur b passe entre une boucle nr de la bande du pont. Les messages tombés en A^1 sont recueillis par une opératrice placée à côté. Elle prend une partie du travail et dépose le reste sur le brin B. La figure 4 donne le parcours effectué par la bande sous l'action du moteur. Les messages posés en B rencontrent une case 1, dans laquelle ils tombent tous, grâce à une chicane de la bande. La case se trouve à portée de quatre opératrices, qui se servent et déposent le reliquat de l'apport en C. Une deuxième case, 2, reçoit finalement les messages, qui peuvent être répartis entre quatre autres opératrices. Après transmission, les télégrammes sont jetés sur le brin inférieur b et viennent, comme nous l'avons déjà dit, tomber sur le brin n de la bande du pont, en raison de la présence d'une chicane ménagée sur le brin b.

Une réalisation de plus grande envergure suivit ce premier essai, et l'on vit apparaître les bandes convoyeuses à sélection. La salle B du poste central télégraphique de Paris, dont la surface est de 680 mètres carrés et qui contient uniquement des appareils télégraphiques expédiant et recevant des télégrammes, fut choisie pour recevoir un équipement de boulisterie automatique. Nous n'en donnerons pas ici une description ; le lecteur la trouvera dans un article de M. Jean Jacob paru dans les *Annales des P.T.T.* de juin 1930 (page 493).

Grâce à des mesures appropriées et à une surveillance très active, le service de cette organisation technique fut satisfaisant, malgré l'existence de défauts qu'une expérience de plusieurs mois avait mis en évidence. Nous allons les énumérer ici, afin de montrer comment ces défauts ont été éliminés dans une installation plus récente, montée au bureau des télégrammes téléphonés de Lyon.

Le départ des paquets de télégrammes de la table de tri était irrégulier parce que, en tombant des trappes, les papiers s'éparpillaient sur la bande sous-jacente et que le défaut s'aggravait

encore au moment de leur déversement sur le collecteur général placé à 90°. Il s'ensuivait des erreurs de destination, parce qu'il n'y avait plus synchronisme entre l'arrivée des messages et l'ouverture de la trappe de réception correspondante. On masqua le défaut en insérant le paquet de télégrammes dans une chemise de carton fermée sur trois côtés.

La concentration des messages provenant des appareils télégraphiques fut affectée d'autres défauts. Les formules, encore humides du collage des bandes télégraphiques, s'arrêtaient parfois sur les glissières de déversement conduisant au collecteur général et produisaient des accumulations de papiers en ces points. Des glissements se manifestaient dans les parties verticales par défaut d'adhérence des bandes ; des télégrammes, légèrement imprégnés de colle ou électrisés par le frottement ou encore mal centrés sur la bande convoyeuse, s'enroulaient autour de certains cylindres. Enfin il arrivait que des feuillets s'accrochassent dans les gouttières de glissement des bandes. Ce n'est que par une surveillance constante et soigneuse que la conséquence nuisible de ces menus défauts a pu être éliminée.

L'installation montée à Lyon, au service des télégrammes téléphonés, comporte trois tables d'opératrices, desservies chacune par un transporteur distribuant d'une part aux opératrices les messages à téléphoner, et recueillant d'autre part ceux qu'elles reçoivent des abonnés. Chaque transporteur, actionné par un moteur d'un tiers de cheval, communique avec une table de tri à la surface de laquelle s'ouvrent cinq trappes de départ (le système est prévu pour dix trappes).

La distribution de chaque transporteur a un cycle fermé sur cinq stations, alors que les répartiteurs ont été établis avec des éléments standards capables de desservir dix stations. Entre chaque ouverture des trappes de départ, il existe de ce fait un temps inutilisé : le cycle durant 33 secondes, une ouverture de trappe a lieu toutes les 6,6 secondes, alors qu'avec dix stations une ouverture se produirait toutes les 3,3 secondes. Dans ces conditions, les envois seraient encore espacés, sur la bande, d'environ 2 mètres, à la vitesse de 60 centimètres à la seconde.

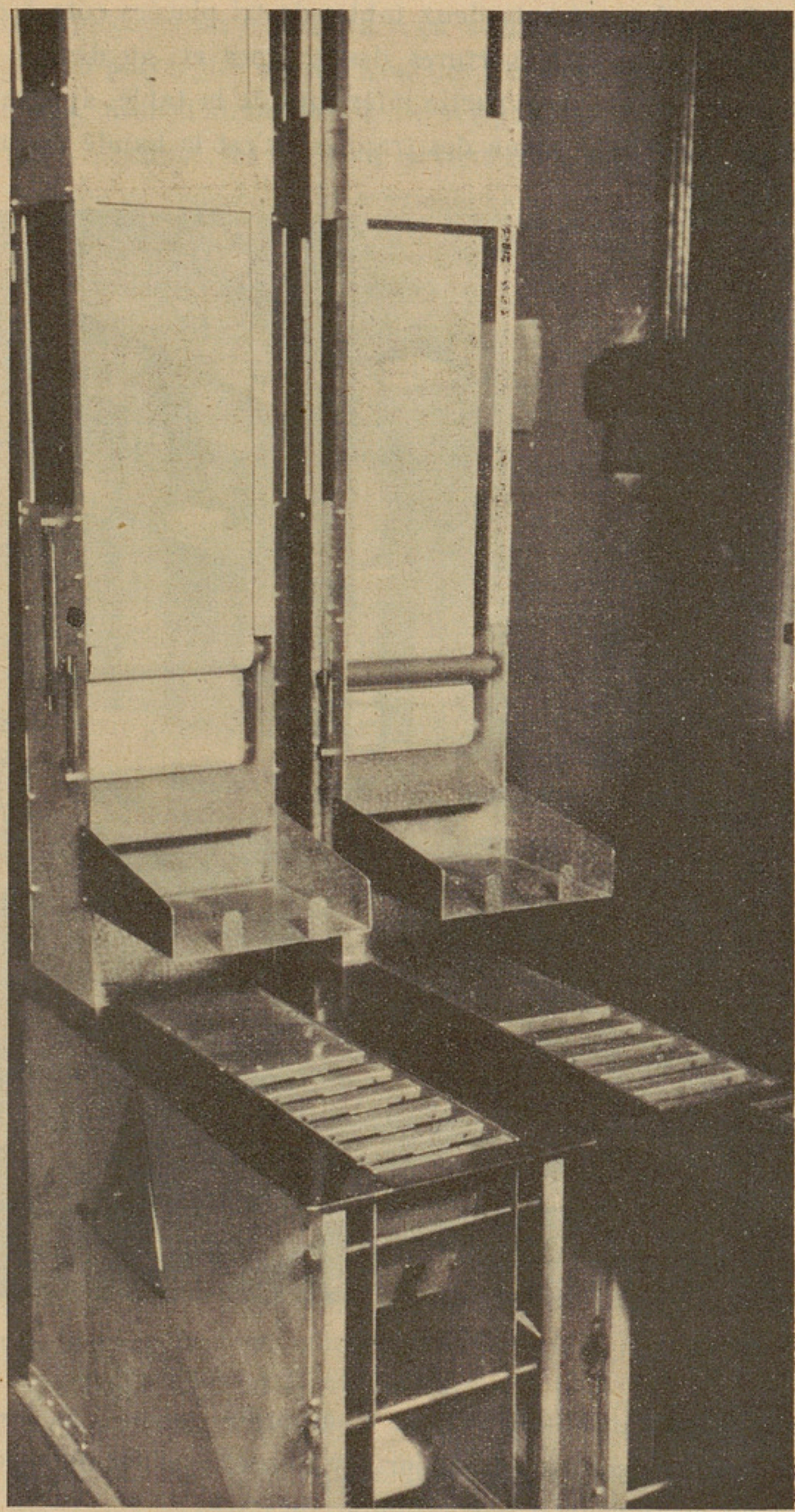


Fig. 5.

La figure 5 représente deux tables de tri placées côte à côte. On aperçoit les cinq ouvertures des trappes et, au dessus, une trémie de réception. A la partie inférieure de la table, apparaît la bande qui reçoit le contenu des trappes : c'est la bande du trans-

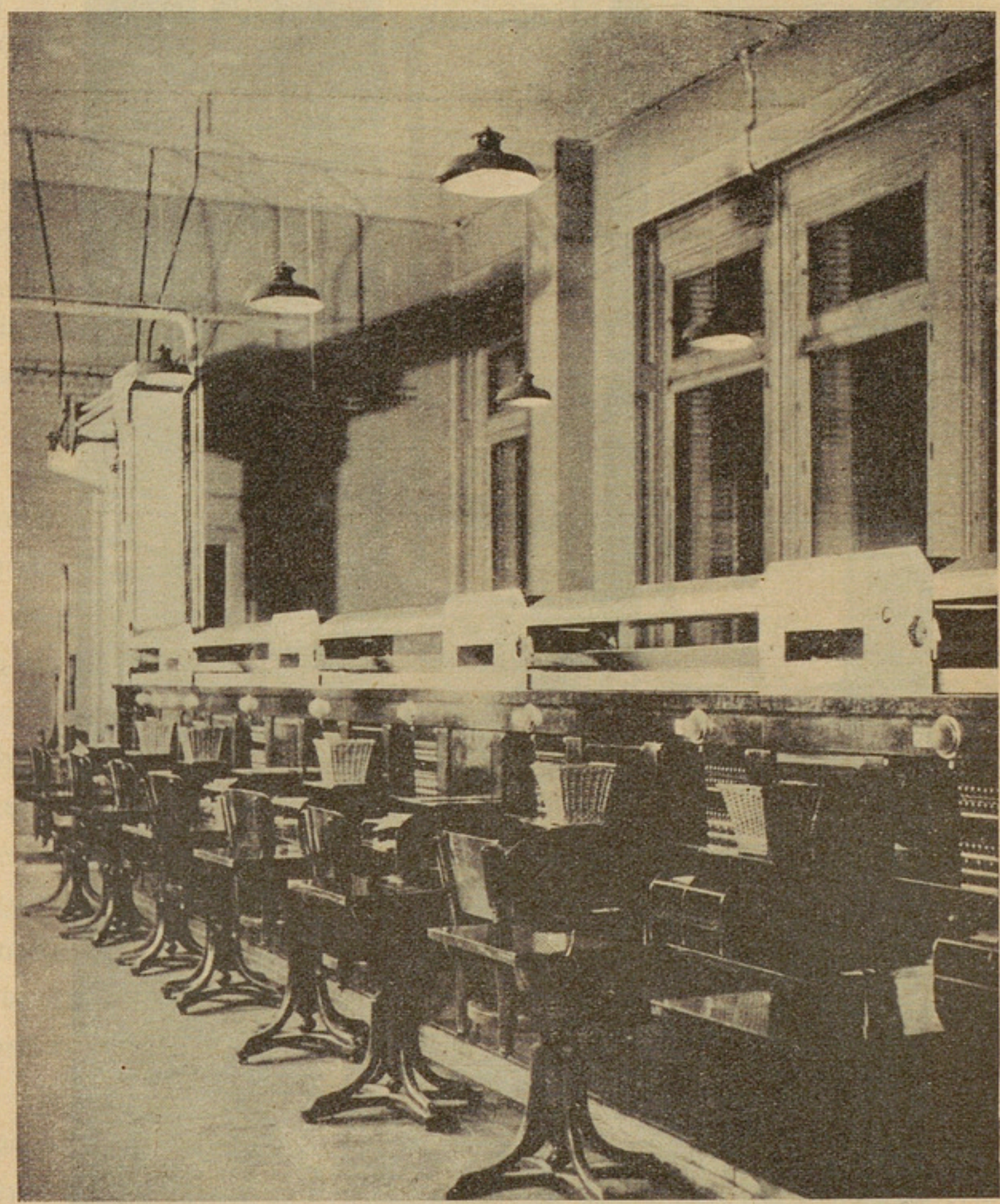


Fig. 6.

porteur élévateur lui-même ; on a supprimé ainsi la conversion à 90° vers un deuxième transporteur, disposition reconnue défectueuse au poste central télégraphique de Paris.

La figure 6 donne une vue d'ensemble d'une travée et de son

transporteur. Celui-ci est monté sur le meuble téléphonique et présente cinq cases de dépôt (on n'en voit que quatre sur la photographie) à portée des opératrices. Les cases sont placées entre deux positions, afin d'alimenter deux téléphonistes en même temps. Au fond, à gauche, les bandes s'élèvent à $2^{m},80$ du sol pour franchir un passage et redescendent verticalement sur la table de tri correspondante.

Les modifications apportées à cette nouvelle réalisation découlent des critiques et remarques faites au sujet du système de transporteurs de la salle B du poste central télégraphique de Paris.

A la table de tri, les ouvertures des trappes sont moins larges que la bande sous-jacente, afin d'obtenir un meilleur centrage des formules déposées ; de plus, le glissement du contenu des trappes est guidé par une lame jusqu'à la bande, ce qui contribue à empêcher l'éparpillement des paquets.

Pour éviter les arrêts de formules sur les glissières d'adduction au collecteur général, ces pièces ont été supprimées. Dans la disposition nouvelle (fig. 7), les télégrammes sont serrés entre deux bandes et conduits jusqu'à une butée de centrage par la bande supérieure, qu'ils quittent seulement au moment où la couche d'air prend une valeur suffisante pour qu'ils tombent normalement.

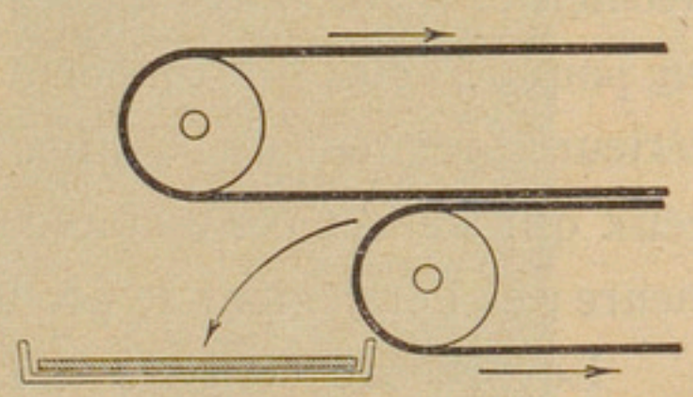


Fig. 7.

Les glissements dans les trajets verticaux ont été éliminés par des rouleaux de pincement disposés de part et d'autre des bandes. L'accrochage des feuillets sur les bâtis a pour cause un défaut de centrage sur la bande dû à une mauvaise façon de déposer les télégrammes sur le transporteur ; l'inconvénient de cette fausse manœuvre a été évité par l'emploi de bâtis élargis, de manière à laisser un espace assez grand entre les bords de la bande et les flasques des rouleaux.

Dans les glissières de bande, il ne se produit plus d'accrochages, parce que la jonction des éléments de glissière se fait dans

le sens de la marche sans aucun ressaut. La pénétration des télégrammes dans les bâtis élargis et leur sortie de ces bâtis se font par une partie évasée de la glissière.

L'électrisation des papiers a été éliminée par l'emploi d'un dispositif particulier, qui empêche non seulement la naissance du phénomène, mais qui supprime les frottements entre bandes. Ces frottements sont produits par une différence des vitesses circonférencielles lorsque les deux bandes tournent sur le même rouleau, et ils causent un étalement des messages. Si, en effet, la pression mutuelle est assez forte entre bandes, celles-ci sont à la même vitesse ; mais à ce moment la fibre moyenne de la bande extérieure prend une vitesse légèrement supérieure à l'autre et, dans la ligne droite où la pression devient plus faible, un glissement se produit et les deux bandes se décalent. Si les télégrammes sont groupés en paquet, ceux qui touchent la bande extérieure prennent de l'avance par rapport à ceux qui sont en contact avec la bande intérieure ; et l'étalement se produit.

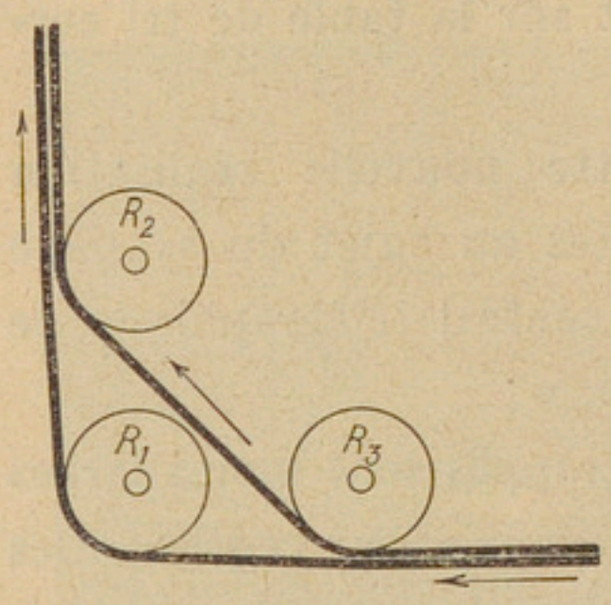


Fig. 8.

Le procédé consiste à faire passer la bande extérieure sur un rouleau R_1 (fig. 8) et la bande intérieure sur deux autres rouleaux R_2 et R_3. L'expérience montre que les messages franchissent facilement la courbe en passant sous R_1 et qu'ils sont repris correctement ensuite entre les deux bandes revenues en contact.

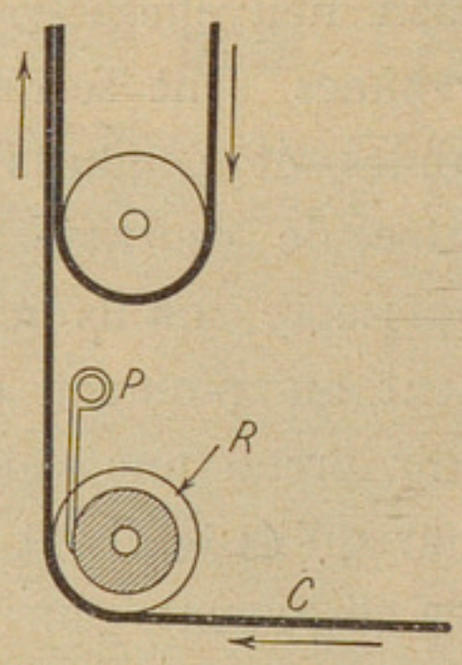


Fig. 9.

L'emploi de ce dispositif exige, pour éviter un glissement à l'entraînement, que chaque bande soit entraînée séparément par le moteur. L'égalité des vitesses est obtenue en faisant agir un rouleau de la bande principale sur toutes les autres bandes au moyen de transmissions mécaniques convenables. Les commandes

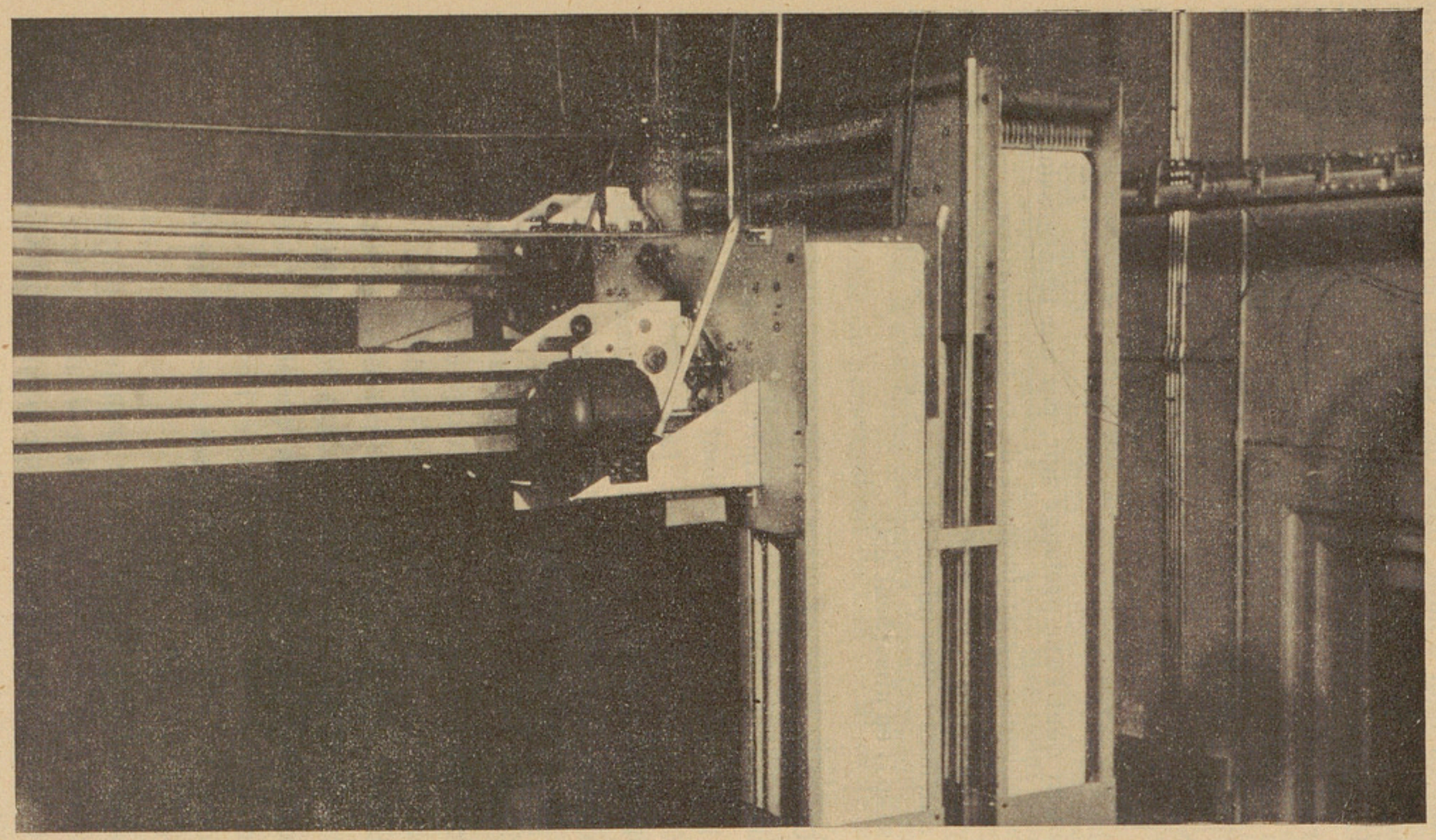


Fig. 10.

d'entraînement sont assurées par des couples hélicoïdaux fonctionnant en bain d'huile, dans des carters étanches, à l'aide de chaînes s'il s'agit d'entraînements à faible vitesse.

Enfin tous les rouleaux sur lesquels les papiers pourraient s'enrouler ont été rainés fortement, et pourvus d'un peigne dont les dents pénètrent dans les rainures et placé dans le sens voulu pour détacher les feuilles qui pourraient adhérer au cylindre (fig. 9).

Sur la figure 10, à la partie supérieure du transporteur de droite, dont la bande extérieure a été enlevée, on aperçoit un peigne de décollage. Sur le transporteur de gauche, au premier plan, se trouve un moteur dont l'axe prolongé agit, par une transmission à chaîne, sur les rouleaux d'entraînement de ce transporteur.

Le rendement des bobines d'ouverture des trappes d'arrivée a été amélioré : elles ne consomment que 40 watts, alors que celles de la salle B en absorbent 250.

Conclusions. — Les trois stades d'évolution des transporteurs de télégrammes permettent maintenant d'envisager des réalisations plus complètes que celles dont il vient d'être question.

En effet, jusqu'à présent, faute d'expérience prolongée, il était hasardeux de se lancer dans une généralisation du système et d'aborder le problème de la boulisterie mécanique intégrale. C'est pourquoi dans la salle B du poste central télégraphique de Paris, une partie des trajets de distribution des télégrammes est effectuée mécaniquement ; l'autre exige encore la présence de piétons qui, prenant les télégrammes préalablement triés par poste aux stations secondaires, les portent sur les appareils télégraphiques. Il n'y a aucun gain de personnel dans ces conditions : le bénéfice obtenu porte exclusivement sur la qualité du travail au point de vue de la rapidité et de la régularité. Les temps de transports ont été réduits de 50 %, bien que le système n'ait pu donner toute sa mesure.

L'amélioration des délais de transport est certainement une chose capitale ; mais elle peut être doublée d'une économie très importante en permettant la suppression complète des transports par piétons et des tris secondaires. Il suffit pour cela d'amener

mécaniquement les messages sur chaque poste d'appareil télégraphique. L'expérience de ces dernières années prouve que le système Krieger est capable d'assumer cette tâche dans des conditions satisfaisantes de rapidité et de sécurité.

Un calcul sommaire suffit pour chiffrer l'économie qu'on peut ainsi réaliser. Envisageons, par exemple, l'application d'une boulisterie intégrale dans une grande salle du poste central télégraphique de Paris (776 mètres carrés), où le service de la boulisterie est actuellement exécuté par 48 unités (24 par brigade). En supposant que quatre transporteurs collecteurs et distributeurs tout à la fois soient nécessaires et qu'ils aient leur point d'origine au milieu de la salle, il faut prévoir, par brigade, 8 unités pour le tri par poste sur les tables de départ, 2 au timbrage horaire ou dateur, 3 à l'arrivée, 2 aux tubes de liaison des salles, soit, en tout 30 unités. L'économie de personnel est de : 48 — 30 = 18 unités. Le traitement moyen annuel du bouliste étant de 8.716 francs, l'économie pécuniaire correspondante est de : 8.716 × 18 = 156.888 francs par an.

Viennent en déduction :

1° le traitement de l'agent mécanicien chargé de la surveillance technique, soit, en moyenne : 17.800f

2° la consommation d'énergie (8.400kw à 0f,630 le kilowatt), soit 5.292f

23.092f

L'économie annuelle se réduit à :

156.888 — 23.092 = 133.796 francs.

En admettant que l'installation ait coûté 700.000 francs et que la durée d'amortissement soit de 12 ans, l'économie réalisée sera de :

133.796 × 12 = 1.605.552 francs,

et le bénéfice net de :

1.605.552 — 700.000 = 905.552 francs.

BRUITS,

par K.-W. WAGNER [1].

Depuis que les hommes habitant de petites et de grandes villes forment des agglomérations de plus en plus denses et se servent, dans toutes leurs occupations, de plus en plus des machines, on constate que l'influence des bruits prend des proportions qui étaient inconnues auparavant. Il y a longtemps déjà, on a exprimé le mécontentement causé par des bruits gênants : Schopenhauer, par exemple, au sujet des coups de fouet des cochers ; c'est lui qui a dit que le bruit est un meurtrier de toute pensée. Herbert Spencer disait d'habitude : « Un criterium de l'intellect d'une personne est l'horreur qu'elle éprouve pour les bruits inutiles ». On peut citer à volonté des pensées de ce genre [2].

Mais personne, jusqu'ici, n'avait cru que le bruit pouvait influer sur la santé et diminuer la capacité de travail physique. De nouvelles expériences prouvent qu'il en est ainsi ; nous allons les décrire brièvement.

Un bruit continu et fort provoque de la dureté d'oreille. On l'a d'abord observé sur les ouvriers métallurgistes, occupés dans les chaudronneries et autres établissements bruyants ; mais ensuite on l'a constaté sur d'autres ouvriers, tels que les cochers, les agents qui règlent la circulation, les ouvriers de la rue, qui sont continuellement exposés aux bruits intenses. Les expériences effectuées sur les animaux ont montré que la membrane basilaire, située à l'intérieur de l'oreille et sur laquelle sont fixées les ramifications du nerf auditif, peut être dérangée au point de vue mécanique

---

1. Traduction française d'un extrait des *Comptes rendus* de l'Académie prussienne des sciences.

2. Voy. par exemple : H. J. Spooner, *City noise*, New-York, 1930, p. 285 ; R. Berger, *Zur Geschichte der Lärmabwehrbewegung* (dans *Die Schalltechnik*, 1931, p. 1).

par de fortes ondes sonores agissant pendant un temps relativement court. Mais, même si l'intensité du bruit n'est pas assez grande pour que la déformation des organes de l'ouïe devienne visible, néanmoins, au bout d'un certain temps, une détérioration de l'ouïe se produit, notamment quand les bruits subissent continuellement de fortes variations, ce qui se présente dans le cas des bruits de la rue et dans beaucoup d'établissements bruyants.

Il est bien connu qu'une oreille saine est susceptible de percevoir des sons dont les intensités varient dans des limites extrêmement étendues. Le rapport entre les sons les plus faibles qui sont encore perceptibles, et les sons très forts qui se trouvent encore au dessous de la limite de sensation douloureuse de l'oreille, est de $1/10^{12}$. L'oreille n'est capable de percevoir des sensations tellement différentes que parce que, pareillement à l'œil, elle peut s'adapter chaque fois au niveau moyen de l'intensité sonore existante. Quand un régime de fortes variations d'intensité persiste, la capacité d'adaptation diminue peu à peu ; l'organe de protection se fatigue, la protection devient mauvaise et l'ouïe mal protégée est détériorée. Mais, bien avant qu'une telle lésion durable n'apparaisse, la nécessité d'adaptation continuelle provoque une fatigue générale de l'organisme.

Un bruit continu intense nuit non seulement à l'organe de l'ouïe, mais aussi au système nerveux en général. Les troubles du sommeil ont, notamment, une influence néfaste. Il n'est pas douteux que le sommeil d'une personne normale et en bonne santé, est troublé quand le silence nocturne est interrompu de temps en temps par des bruits forts. Par contre, on entend souvent émettre l'opinion qu'on peut s'habituer à un bruit continu, dont l'intensité reste constante ; comme preuve, on cite d'habitude l'histoire connue du meunier qui dormait tranquillement dans le moulin en marche et se réveillait aussitôt que le moulin s'arrêtait. En vérité, la façon dont ce meunier réagissait à l'égard des bruits prouve juste le contraire de ce qu'on pourrait croire au premier abord : si le meunier dormait, en effet, tranquillement et si, pendant son sommeil, le bruit n'avait aucune influence sur son système nerveux, il ne se réveillerait pas quand le bruit cesse. En

réalité, pendant le sommeil, le bruit exerce une certaine influence sur le système nerveux et le maintient dans un certain état de tension ; la mesure de cette tension est l'intensité de la réaction qui se produit quand le bruit cesse, réaction qui suffit pour réveiller la personne qui dort.

L'influence des bruits sur différentes fonctions du corps humain a été dernièrement étudiée en détail, surtout en Amérique. On a constaté que la pression du sang de personnes soumises, au cours d'expériences, à l'effet des bruits, augmentait. Parmi les personnes ayant participé à ces expériences, il s'en trouvait qui, pour des raisons quelconques, avaient été privées d'une partie de leur boîte crânienne ; on put ainsi établir l'influence des bruits sur la pression dans le cerveau. On faisait agir la partie souple du crâne sur un dispositif d'enregistrement qui décelait les vibrations de la masse cérébrale. Si, par exemple, derrière la personne soumise à l'expérience, on produisait un claquement (en écrasant un sac de papier gonflé), on pouvait observer chaque fois une augmentation marquée de la pression dans le cerveau ; cette augmentation de pression se maintenait quelques minutes avec des oscillations irrégulières (1). On a constaté en outre que les bruits provoquaient un accroissement de l'activité du cœur.

Les bruits nuisent aussi au fonctionnement de l'estomac. Smith et Laird (2), Laboratoire de psychologie de Colgate, à Hamilton (N.Y.), ont fait avaler aux personnes soumises à l'expérience une petite boule de caoutchouc dont l'intérieur était relié par un tube à un appareil d'enregistrement des pressions. On a pu ainsi observer les contractions normales de l'estomac, après que la personne soumise à l'expérience était calmée. Si l'on exposait alors la personne soumise à l'expérience à un bruit d'intensité moyenne, les contractions de l'estomac devenaient moins marquées et plus irrégulières. L'effet des bruits semble d'ailleurs être du même genre que celui que provoquent la peur ou la crainte. Les expériences effectuées sur les animaux ont donné les mêmes

---

1. F. Kennedy, *City noise*, p. 246.
2. *Journal of the Acoust. soc. of Am.*, 1930, p. 94.

résultats : les réactions causées par les bruits sont souvent semblables aux réactions provoquées par la peur.

Après avoir démontré, par les expériences précitées et plusieurs autres, l'influence objective des bruits sur le fonctionnement de nombreux et importants organes humains, il ne faut plus s'étonner qu'un bruit fort et surtout continu soit nuisible à la santé. D'ailleurs, pour le prouver, nous possédons assurément un organe très délicat et qui ne nous trompe jamais : le bruit continu nous est désagréable et une sensation désagréable est presque toujours nuisible. Seulement, ce qui est néfaste, c'est qu'une personne saine ne s'aperçoive ordinairement des effets nuisibles sur son système nerveux que lorsque le mal causé a empiré et est devenu difficile ou impossible à guérir.

De toutes les conséquences des bruits continus, la pire est la dureté d'oreille ; dans les établissements bruyants, 20 à 60 % (et dans certains cas particuliers, 80 %) des travailleurs sont atteints de cette infirmité. Quand les bruits sont plus faibles, nous observons une diminution de l'attention, qui se traduit par une augmentation du nombre d'accidents dans la rue et dans les usines et une diminution de la capacité de concentration pour les travaux intellectuels. Et non seulement la capacité pour les travaux intellectuels, mais en général la capacité pour les travaux de tout genre, est diminuée chez les personnes dont le système nerveux est fatigué par les bruits. Cela a été démontré dans les instituts américains par des données statistiques relatives aux différents genres d'occupations humaines. Au cours de ces observations, dans le détail desquelles nous n'entrerons pas, on a fait les constatations intéressantes suivantes. Les bruits provoquent, chez les personnes qui exercent un travail physique, une augmentation de l'effort physique : les sténodactylographes frappent sur leur clavier plus fort que d'habitude, les paveurs manient leurs outils plus fortement, etc... Nous observons ici, de même que dans le cas du travail intellectuel, que l'effort exercé pour surmonter l'influence des bruits provoque une tension particulièrement grande du système nerveux, ce qui conduit à une grande fatigue, à une surexcitation et finalement à un état neurasthénique.

Après avoir reconnu que les bruits présentent un danger pour la santé et pour la capacité du travail de l'homme, on s'est efforcé, en différents endroits, de les combattre. Il y a plusieurs années, la fondation Zeitler de la ville de Berlin a ouvert un concours primé sur le sujet : *La lutte contre les bruits de la rue.* M. Höltje, à qui le prix fut décerné, a traité ce sujet en détail aux points de vue technique et juridique. L'Association chrétienne des ouvriers métallurgistes a édité une brochure intitulée *Maux causés par les bruits chez l'ouvrier métallurgiste*, avec le sous-titre : *Pour renseigner et aider l'ouvrier métallurgiste, dont l'ouïe est exposée au danger ou endommagée* ; dans cette brochure, on indique les dangers des bruits et l'on recommande une série de mesures pratiques pour diminuer les bruits dans les établissements industriels. La *Note sur les causes de la dureté d'oreille provoquée par les bruits industriels et sur les remèdes possibles*, éditée par le Service d'hygiène d'Allemagne et par l'Association allemande pour l'hygiène dans les établissements industriels, ainsi que la note rédigée pour l'Association des médecins de Berlin, par le dr Peyser sur *La gêne causée par les bruits et les troubles physiologiques qui peuvent en résulter*, s'efforcent d'atteindre le même but.

En octobre 1929, le directeur du Service d'hygiène de la ville de New-York a constitué une commission pour lutter contre les bruits (Noise abatement commission), dans le but d'étudier les causes et les effets du bruit dans les grandes villes et d'élaborer des propositions pour le diminuer. La commission, qui était constituée par des physiciens, des techniciens, des médecins, des juristes et des fonctionnaires, a attaqué avec beaucoup d'énergie ce problème, et dès l'été suivant, a présenté un rapport de plus de 300 pages imprimées intitulé *Bruits de ville* (*City noise*), qui contient beaucoup de données expérimentales précieuses. La commission a pu se servir de la collaboration étroite de la société américaine Bell-Telephone, qui a mis à sa disposition les appareils et le personnel nécessaires pour les recherches relatives à l'acoustique. Récemment, l'Association des ingénieurs allemands a formé un Comité technique pour la réduction des bruits (Fachausschuss für Lârmminderung), qui est constitué d'une façon analogue à la

« Noise abatement commission », et comprend des sous-comités traitant respectivement les questions relatives aux points suivants :

Physique,	Législation et administration,
Médecine,	Education et instruction,
Technique,	Finance

En Autriche, un comité, formé par les soins de la branche autrichienne de l'Association des ingénieurs allemands, par l'Association des ingénieurs et architectes autrichiens et par l'Association des techniciens de l'automobile, cherche à combattre les bruits de la rue [1].

La première question qui se pose, dans chaque recherche relative au problème des bruits, est la *classification des différents genres de bruits* et notamment l'importance relative qu'on doit attribuer aux différentes sources de bruits. Pour déterminer cela par des statistiques, la commission de New-York envoya des questionnaires sur lesquels étaient énumérées les sources de bruits les plus fréquentes, et demandant à chaque personne questionnée d'indiquer celle qu'elle trouvait la plus gênante.

Naturellement, un tel classement et surtout les résultats de l'enquête dépendent des conditions locales du pays. Afin de se faire une idée de l'importance des différents genres de bruits dans les grandes villes allemandes, le Comité technique pour la lutte contre les bruits, de l'Association des ingénieurs allemands (V.D.I.) se propose d'organiser une enquête auprès des instituteurs, des médecins, des ingénieurs et des représentants d'autres métiers, sur la base suivante :

A. Bruits dûs au trafic sur les voies publiques :

Tramways (avertisseurs, freins, bruits de roulement des voitures, grincements dans les virages, etc...) ;
Chemins de fer souterrains ;
Chemins de fer (sifflement des locomotives) ;

---

1. L. Richter, *Bekämfung des Strassenlärms durch Werwaltung, Technik und Wissenschaft*, Wien, 1930, p. 569.

Automobiles particulières ;
Omnibus ;
Motocyclettes (trompes, échappement, freins, etc...) ;
Camions automobiles ;
Tracteurs ;
Voitures à chevaux ;
Bateaux à vapeur, bateaux à moteur ;
Avions ;
Travaux de construction dans les rues ;

B. Bruits produits dans les locaux d'habitation :

Instruments de musique (pianos, violons, etc...) ;
Haut-parleurs, phonographes ;
Appareils de nettoyage (aspirateurs, cireuses) ;
Canalisations d'eau ;
Ascenseurs;
Livraison du lait (tintement, manutention des bidons) ;
Enlèvement des ordures ;
Divertissements (musique de danse, jeu de quilles, etc...) ;
Usines, ateliers ;
Bruits produits par les habitants (indiquer le genre de bruit).

Il était à prévoir que les différentes sources de bruits seraient appréciées bien différemment suivant les individus questionnés ; l'enquête doit conduire à une valeur moyenne statistique. Comme le montrera cette enquête (et d'ailleurs la classification précédente en donne, je crois, un aperçu impressionnant), les habitants des grandes villes sont exposés à une véritable symphonie infernale de bruits.

Le problème qui se présente ensuite est la *mesure de l'intensité du bruit.* Or, comme le bruit résultant se compose essentiellement de bruits partiels, c'est-à-dire de mélanges de sons dont les composantes ne sont pas en relation harmonique entre elles, ou bien constituent un spectre sonore continu, il se pose d'abord la question de la définition de l'*intensité du bruit.* Si la mesure, c'est-à-dire la comparaison avec un bruit de référence, doit donner un critérium de l'effet du bruit sur l'oreille, il faut procéder par com-

paraison auditive [1]. Comme bruit de référence, on a choisi arbitrairement un son pur, d'une fréquence de 1000 périodes par seconde. L'intensité d'un bruit peut être évaluée par des mesures physiques. On exprime cette intensité de bruit soit à l'aide de l'intensité sonore N (dans le cas d'une onde plane), soit à l'aide de la densité moyenne W de l'énergie sonore (dans le cas d'un rayonnement sonore dans un espace fermé). A cause des grandes différences existant entre les intensités de bruit, on emploie dans la pratique le logarithme du rapport des intensités des bruits comparés, le logarithme décimal multiplié par 10 étant [2], par définition, la *valeur logarithmique relative* des intensités des bruits comparés (Lautunterschied) L :

$$L = 10 \log \frac{N_1}{N_2},$$

ou bien :

$$L = 10 \log \frac{W_1}{W_2}.$$

Comme bruit de référence (ou point zéro de l'échelle des intensités de bruits ainsi définies), on choisit un bruit dont l'intensité correspond au « seuil d'audibilité, c'est-à-dire à une intensité sonore $N = 2{,}7 \times 10^{-10}$ microwatts/cmq, ou à une pression acoustique $p = 3{,}3 \times 10^{-4}$ dynes/cmq, ou à une densité moyenne d'énergie sonore $W = 0{,}8 \times 10^{-13}$ ergs/cmc.

On exprime en *phones* les valeurs logarithmiques relatives des intensités des bruits.

On a proposé plusieurs méthodes pour la réalisation technique de la mesure des bruits, c'est-à-dire de la comparaison auditive d'un bruit donné avec un son de référence d'intensité réglable. Dans l'appareil de mesure de bruits de H. Barkhausen [3], le bruit à mesurer agit par sa pression sur une oreille, et le son de référence

---

1. Les considérations suivantes correspondent à la proposition du Comité de normalisation, proposition relative à la définition de l'intensité du bruit; elle se rattache d'une façon étroite à la proposition déjà acceptée en Amérique.

2. On a ajouté le facteur 10 afin que l'unité d'intensité sonore possède l'ordre de grandeur des différences d'intensité sonore encore perceptibles, de façon qu'on puisse donner la valeur numérique de L sans décimale.

3. H. Barkhausen, *Ein neuer Schallmesser für die Praxis* (*Zeitschrift f. techn. Phys.*, 1926, p. 599).

par l'intermédiaire d'un téléphone sur l'autre oreille. On fait varier l'intensité du son de référence jusqu'à ce qu'on obtienne l'impression d'égales intensités sonores subjectives. Etant donné les genres différents des deux impressions sonores comparées, il est difficile d'apprécier l'égalité de ces intensités sonores subjectives ; la mesure exige donc une pratique assez grande.

L'audiomètre de la Western electric company [1] utilise un téléphone spécial, muni d'une pièce circulaire pourvue d'ouvertures sur le côté et placée sur la pavillon de l'oreille. Le bruit provient à l'oreille à travers ces ouvertures tandis que l'oreille perçoit le son de référence émis par le téléphone. Comme son de référence,

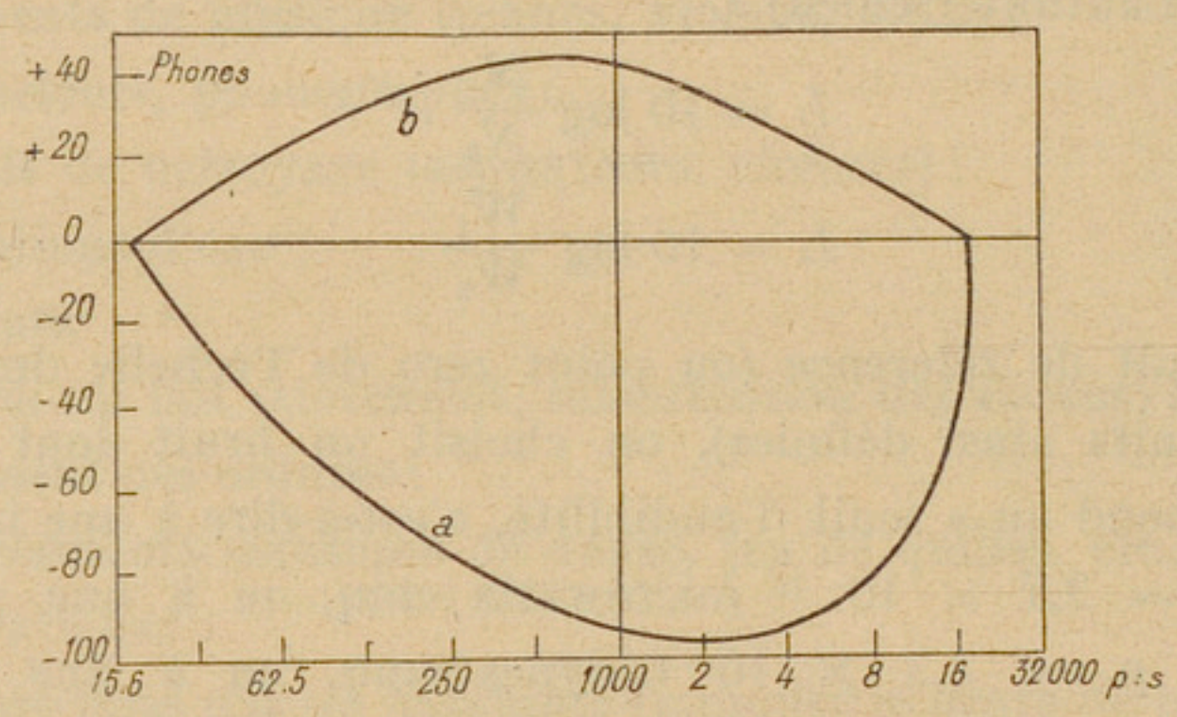


Fig. 1. — Sensibilité de l'oreille humaine.
a : seuil d'audibilite ; *b* : seuil de sensation douloureuse.

on a utilisé un son artificiel (Healton) dont la fréquence varie continuellement entre deux limites fixes [2]. On diminue l'intensité sonore jusqu'à ce que le son de référence soit masqué par le bruit. L'accroissement, dû au bruit, de la valeur de l'intensité sonore correspondant au seuil d'audibilité, est alors considéré comme la mesure de l'intensité du bruit. Si l'on effectue les mesures avec des sons artificiels de différentes hauteurs moyennes, on obtient une certaine indication sur l'étendue du spectre sonore correspondant au bruit considéré, en supposant que l'effet de masque est déterminé surtout par les composantes du bruit de même hauteur.

---

1. H. Fletcher, *Speech and hearing*, London, 1928, p. 104.
2. R. H. Galt, *Journ. Acoust. soc. Am.*, 1929, p. 147.

Les mesures effectuées avec un audiomètre sont, elles aussi, difficiles, et il en est résulté le besoin d'une mesure objective de l'intensité d'un bruit. Il faut utiliser pour cela un appareil qui, comme l'oreille, soit différemment sensible pour les sons de différentes hauteurs (voy. la courbe de sensibilité de l'oreille : fig. 1). Cela peut être réalisé, par exemple, en captant le bruit par un microphone (à condensateur, par exemple) possédant par lui-même la même sensibilité pour toutes les fréquences et en intercalant entre ce microphone et l'appareil enregistreur un quadripôle dont la caractéristique de l'affaiblissement en fonction de la fréquence correspond à la courbe de la sensibilité de l'oreille. Dans plusieurs pays, on est actuellement en train de construire des dispositifs de ce genre.

Comme les différentes méthodes de mesure des bruits sont basées sur des principes différents, il est nécessaire de déterminer la relation entre les résultats obtenus par ces diverses méthodes. Cela peut être réalisé en mesurant, d'après les différentes méthodes, un son reproduisible d'intensité constante. Des comparaisons systématiques de ce genre n'ont pas encore été effectuées.

Je reproduis ci-dessous les valeurs des intensités des bruits, mesurées à New-York avec un audiomètre, c'est-à-dire des accroissements du seuil d'audibilité correspondant au son de référence dus à l'effet de masque du bruit :

	Phones.
Bruits dans les locaux privés à New-York (en moyenne)....	20–45
Bruits dans les bureaux, clubs, etc... (en moyenne).....	30–70
Bruits dans la rue.....	45–80
Bruits dans les rues particulièrement animées (en moyenne).	67–75
Aboiement d'un chien dans la rue (distance : 4 mètres)....	50–75
Tonnerre (en moyenne).....	60–70
Cloches d'église (distance : 400 mètres).....	50–60
Réclame par haut-parleur	80
Dame pneumatique (outil de paveur).....	88
Sirène de navire dans le port.....	93
Chemin de fer express souterrain à la traversée d'une station	94
Rivetage de l'armature en acier des bâtiments.....	97

La figure 2 donne les variations de l'intensité du bruit à l'angle des rues de New York pour un trafic moyen pendant 24 heures de la journée. Il est intéressant de remarquer que, même pendant la nuit, le bruit reste presque le même que pendant les heures de la matinée ou de l'après-midi quand le trafic est le plus intense.

En prenant des mesures pour diminuer les bruits, il est bon de distinguer les bruits produits dans la rue, les bruits produits dans les usines et les bruits produits dans les habitations. On peut dire, en général, que beaucoup de bruits peuvent être réduits d'une façon simple et peu coûteuse, une fois qu'on a compris l'importance de cette réduction et pour peu qu'on y mette de la bonne volonté.

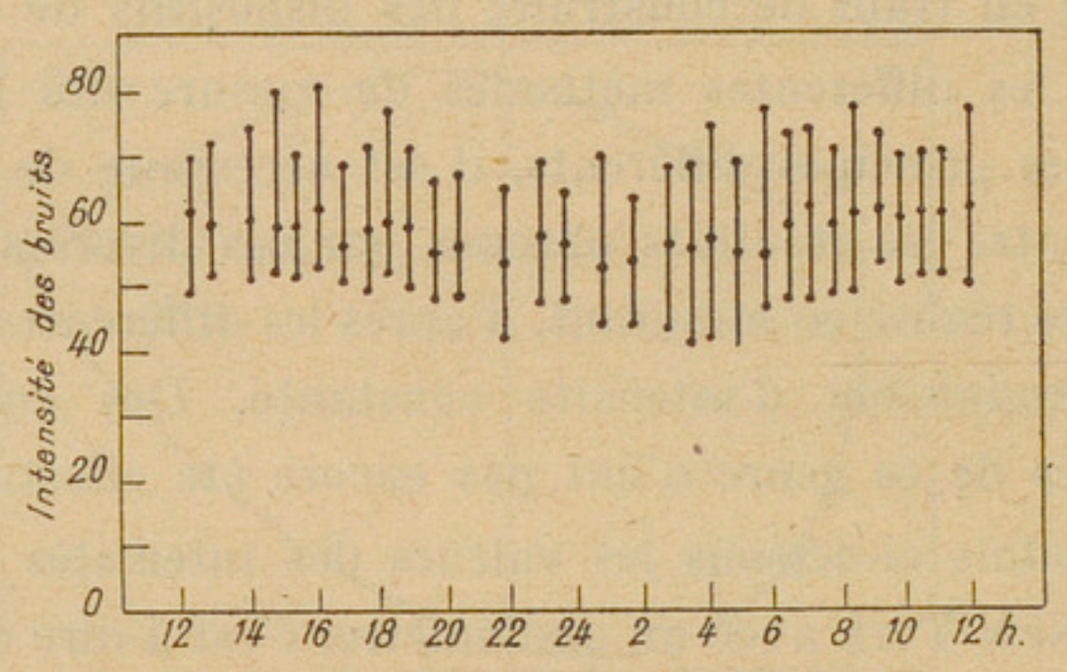


Fig. 2. — Intensité des bruits pendant 24 heures, à l'angle de deux rues de New-York (dans le voisinage des théâtres).

Chaque groupe de trois points donne les valeurs minimum, moyenne et maximum correspondant à une observation portant sur une durée de 20 minutes.

Comme, malheureusement, on ne peut partout compter sur la bonne volonté, les autorités compétentes doivent prendre les mesures nécessaires, comme cela a déjà été fait en partie.

Les camions dont l'entretien est mauvais ou dont les pneus ou les bandages sont défectueux, ou encore les camions mal chargés ou surchargés apportent une contribution importante au bruit de la rue. Toutes les mesures qui ont pour but de diminuer les bruits contribuent aussi à l'entretien des chaussées, de même que, réciproquement, les mauvaises chaussées augmentent beaucoup le bruit dû au trafic. Les motocyclettes sont une source de bruits particulièrement énervante, bien qu'une construction convenable de

l'échappement et surtout un bon emploi de la machine puissent beaucoup réduire les bruits. La réduction des bruits dûs aux tramways est un problème principalement technique qui est actuellement à l'étude, mais qui présente pour les constructeurs certaines difficultés.

La commission des bruits de New-York a effectué des recherches remarquables sur les trompes des automobiles. Il résulte de ces recherches qu'on peut concilier le but de la trompe (avertissement contre le danger) avec les exigences de la réduction des bruits. La plupart des personnes soumises à l'expérience ont constaté que les trompes suffisamment puissantes qui fournissent l'impression la moins désagréable, sont celles qui émettent des sons dont les composantes de fréquences élevées sont peu nombreuses et sont toutes des harmoniques du fondamental. La Commission exige que la fréquence fondamentale des trompes soit comprise entre 200 et 300 périodes par seconde et que les composantes de fréquence supérieure soient uniquement des sons harmoniques dont la fréquence ne dépasse pas 4000 périodes par seconde, la puissance étant répartie uniformément (approximativement) entre toutes les composantes. De telles trompes émettent un son musical qui peut être encore sûrement entendu au milieu du bruit de la rue si son intensité est égale approximativement à l'intensité moyenne du bruit. On a fixé à 90 phones la valeur de l'intensité sonore d'une trompe à une distance de 7 mètres de la voiture. La valeur moyenne d'intensité du bruit de la rue est au maximum de 78 phones. Donc, d'après la loi de la diminution de l'intensité sonore suivant le carré de la distance, la trompe sera encore bien entendue dans le plus grand bruit de la rue, à une distance quatre fois plus grande, c'est-à-dire à une distance de 28 mètres (diminution de l'intensité sonore : $10 \log 4^2 = 12$ phones), ce qui est considéré comme suffisant.

Pour combattre le bruit dans les établissements industriels, il faut placer les machines bruyantes sur des supports élastiques, afin d'éviter que les vibrations ne se communiquent aux tables, planchers, murs et autres objets de grande surface, à partir desquels les vibrations peuvent facilement se propager dans l'air.

Il résulte des expériences effectuées dans l'Institut Hertz pour l'étude des oscillations, qu'il faut souvent employer, pour isoler les machines, une double suspension élastique, car il est difficile de réaliser une suspension élastique unique qui soit également efficace pour les hautes et les basses fréquences. Les ressorts métalliques, surtout les ressorts à boudin, amortissent très bien les vibrations lentes et laissent passer par contre les fréquences supérieures, pour lesquelles ils n'oscillent plus d'une façon quasi-stationnaire. Les supports en substances analogues au caoutchouc protègent d'une façon très efficace contre les hautes fréquences, mais n'offrent pas une protection suffisante contre les vibrations lentes. C'est pourquoi, en pratique, on associe les deux genres de suspension.

Dans les locaux à plancher dur et à murs lisses et dénudés, le bruit prend une importance particulièrement grande. Cela est compréhensible ; entre la densité W de l'énergie sonore dans un point de la salle en régime stationnaire et la puissance totale N de la source sonore, il existe la relation :

$$W = \frac{4N}{aA},$$

où a est la vitesse de propagation du son et A le coefficient d'absorption de la paroi. Donc, si la densité W d'énergie sonore prend des valeurs telles, que le bruit devienne insupportable, il faut augmenter le coefficient d'absorption A en recouvrant le plancher et les murs d'une matière absorbante.

Je ne m'arrêterai pas ici sur les conditions relatives aux bruits dans les locaux d'habitation, conditions qui doivent être déjà respectées dans les immeubles des grandes villes par égard pour les voisins. Par contre, je vais traiter brièvement le problème de la perméabilité des cloisons pour les sons. La cloison peut, en principe, transmettre les sons de deux façons différentes : 1° en laissant passer le son comme une vibration longitudinale, et 2° en entrant en vibration sous l'influence de la pression acoustique dans un local et en la transmettant à une pièce voisine comme une membrane. La question, non résolue jusqu'à présent, de savoir comment les deux phénomènes contribuent à la perméabilité d'un mur pour les sons, a été résolue par les essais de M. Erwin

Meyer à l'Institut Hertz ; cet auteur a trouvé que l'effet de membrane de la cloison détermine pratiquement sa perméabilité pour les sons [1].

On est, par suite, en état de calculer l'isolement acoustique procuré par une cloison, d'après sa masse et ses propriétés élastiques. Le plus souvent, le calcul se simplifie par le fait que la fréquence propre de la cloison se trouve au dessous ou au moins à la limite de la bande des fréquences vocales, de sorte qu'on peut négliger, dans l'impédance mécanique de la cloison, la composante due à l'élasticité par rapport à la composante due à l'inertie. Par conséquent, on peut écrire que la force extérieure K exercée par la pression acoustique sur la cloison, est :

$$K = m \frac{ds}{dt}, \tag{1}$$

s étant la vitesse de la cloison au point de déviation maximum et m étant la masse qui intervient dans la vibration comme une membrane, par centimètre carré de surface. On sait que :

$$m = 0{,}17 \ d \, . \, \rho_w, \tag{2}$$

d étant l'épaisseur de la cloison et ρ_w sa densité. Si p est la valeur efficace de la pression acoustique s'exerçant sur la cloison, on aura :

$$K = p \sqrt{2}. \tag{3}$$

Pour les ondes sonores sinusoïdales de pulsation ω, on tire des équations (1) à (3) :

$$s = \frac{K}{m\omega} = \frac{\sqrt{2}}{0{,}17 \, . \, d \, . \, \rho_w \, . \, \omega} \, . \, p. \tag{4}$$

La puissance acoustique reçue par la cloison (de surface F) est :

$$N_1 = \frac{1}{4} F \, . \, \frac{p^2}{a\rho}, \tag{5}$$

a étant la vitesse de propagation du son et ρ la densité de l'air. La puissance rayonnée dans la pièce voisine par la cloison vibrant comme une membrane est :

$$N_2 = \frac{1}{2} S s^2. \tag{6}$$

---

1. Erwin Meyer, *Grundlegende Messungen zur Schallisolation von Einfachwänden*, p. 166.

La résistance de rayonnement S est :

$$S = ka\rho F \,.\, h\left(\frac{R}{\lambda}\right), \tag{7}$$

λ étant la longueur d'onde sonore et R le rayon d'une membrane circulaire équivalente à la cloison.

Pour les valeurs usuelles du rapport R/λ (sauf pour les très basses fréquences), la fonction h prend la valeur 1 [1]. Le facteur k tient compte du fait que toutes les parties de la cloison n'ont pas la même amplitude d'oscillation ; ce facteur dépend de la forme de l'oscillation, et l'on peut ici considérer qu'il est égal approximativement à 0,5.

En tenant compte de la relation (4), il vient ensuite :

$$N_2 = \frac{k}{2}\, a\rho F s^2 = \frac{ka\rho F}{0{,}029\, d^2\, \rho_W{}^2\, \omega^2} \,.\, p^2 \tag{8}$$

L'isolement acoustique procuré par la cloison est donné par la valeur en phones du rapport de N_1 à N_2 :

$$w = 10 \log \frac{N_1}{N_2} = 10 \log \frac{7{,}2 \,.\, 10^{-3}\, d^2\, \rho_W{}^2\, \omega^2}{ka^2\, \rho^2}\,. \tag{9}$$

Pour une cloison de briques crépites, d'épaisseur égale au quart de la dimension maximum de la brique, l'isolement acoustique, déduit des mesures d'intensités sonores effectuées d'un côté et de l'autre de la cloison, est :

$$w = 50 \text{ phones} \tag{10a}$$

pour un son de fréquence $f = 1600$ périodes par seconde ($\omega = 10.000$).

En portant, dans la formule (9), les valeurs : $d = 9^{cm}$, $\rho_W = 1{,}7$ g/cmc, $\omega = 10.000$, $a\rho = 41{,}5$ pour l'air à la température d'une chambre, on calcule :

$$w = 53 \text{ phones.} \tag{10b}$$

Etant donné la série d'hypothèses simplificatrices faites dans la démonstration de la formule (9), la concordance entre cette valeur théorique et les résultats des mesures (10a) est acceptable.

Il est intéressant de remarquer que l'amplitude des vibra-

1. H. Backhaus, *Handbuch der Physik*, vol. 8, p. 115.

tions de la cloison est très petite. En la désignant par A, il résulte des équations (1) à (3), dans le cas des vibrations sinusoïdales :

$$A = \frac{K}{m\omega^2} = \frac{p\sqrt{2}}{0{,}17 \,.\, d \;\; \rho_W \,.\, \omega^2} \,. \qquad (11)$$

Pour un son correspondant à une pression efficace $p = 10$ dynes/cmq (à la pulsation 10.000), la formule (11) donne l'amplitude de la vibration de la cloison en briques considérée ci-dessus :

$$A = 5{,}5.\ 10^{-8} \text{ centimètres.}$$

L'amplitude mesurée par E. Meyer est :

$$A = 6{,}4.\ 10^{-8} \text{ centimètres.}$$

Ici encore, la concordance est aussi bonne qu'on pouvait s'y attendre.

La formule (9) montre que l'isolement acoustique procuré par une cloison augmente avec son poids et avec la hauteur du son. Cette formule n'est valable que pour un mur simple ; il faudra des recherches complémentaires pour déterminer l'effet des murs doubles ou multiples sur l'absorption des sons.

L'état actuel du problème de

LA TRANSMUTATION ARTIFICIELLE DES ÉLÉMENTS. [1]

Nous ne croyons pouvoir mieux faire, pour renseigner le lecteur sur cette question, tout à fait à l'ordre du jour, que de résumer ci-dessous la conférence f ite par M. M. de Broglie, en avril dernier, au Conservatoire des arts et métiers sur Les récents progrès de la désintégration artificielle des éléments.

L. L.-R.

Les recherches de Rutherford et de ses collaborateurs depuis une douzaine d'années ont montré la possibilité de transformer un élément chimique en un autre, au moyen du choc des corpuscules alpha que lancent les corps radioactifs. C'est une véritable transmutation qui se produit ; mais il faut bien remarquer que les expériences qui se poursuivent un peu partout dans le monde depuis quelques années, si elles permettent d'affirmer de façon indubitable la réalité de la transmutation des atomes isolés, ne conduisent nullement à envisager la possibilité prochaine de transmutations à l'échelle chimique ordinaire : on est loin de pouvoir présenter quelques milligrammes d'hydrogène produits avec de l'aluminium, encore moins de l'or fabriqué avec du mercure ; c'est à l'échelle atomique qu'il faut se placer, et sur ce terrain les progrès commencent à être considérables. Les moyens d'action pour attaquer le problème se sont perfectionnés tout récemment ; les résultats qui seront acquis dans un avenir très prochain étendront certainement beaucoup nos connaissances dans un domaine à peine exploré aujourd'hui.

Difficulté d'atteindre le noyau des atomes. — Les concep-

1. Note remise par M. L. Leprince-Ringuet, ingénieur des Postes et Télégraphes.

tions modernes représentent l'atome comme constitué d'un noyau central, chargé positivement, entouré d'électrons négatifs satellites, dont le nombre va de 1 pour l'hydrogène à 92 pour l'uranium. C'est dans le noyau central que réside la personnalité chimique du corps. On peut enlever plus ou moins facilement les électrons qui l'entourent, ou même en dépouiller complètement le noyau : l'atome est dit plus ou moins ionisé ; mais, tant que l'on n'a pas touché au noyau, rien n'est changé dans l'élément chimique ; il reprendra, dès qu'il le pourra, son nombre normal d'électrons. Pour passer d'un élément à un autre, il faut, de toute nécessité, disloquer le noyau positif lui-même ; en somme, le noyau fixe la structure de la cellule d'espace qui constitue l'atome.

Disloquer le noyau, c'est là une chose certainement difficile, puisque, malgré les moyens souvent très puissants mis en jeu, rien de pareil ne se présente dans les opérations de toute sorte que l'homme fait subir aux matériaux dont il se sert. Le noyau doit être protégé par une barrière solide. Un autre aspect de la même difficulté d'atteindre le noyau se montre dans les phénomènes de la radioactivité, où les noyaux des corps dont le radium est un exemple se décomposent spontanément en émettant des corpuscules et des rayonnements variés qui échappent complètement à notre volonté : on ne peut par aucun moyen, champ électrique ou magnétique, température très élevée, pression énorme, ni accélérer ni retarder de la moindre façon l'évolution spontanée dont nous constatons les résultats. Or la radioactivité a son siège dans le noyau. Il y a donc autour des noyaux un système de fortifications très efficaces ; quelle idée pouvons-nous nous en faire ?

Champ du noyau. Représentation de la barrière de potentiel. — Dans la représentation actuelle des atomes, on envisage que le noyau est chargé positivement et retient autour de soi, par son attraction, les électrons qui l'entourent ; le champ autour du noyau, dans la région des électrons, c'est-à-dire assez loin du noyau, serait donc un champ positif. On a des raisons de penser qu'à de plus courtes distances ce champ se renverse et devient

négatif. En traduisant cela dans le langage électrostatique, la surface sur laquelle le champ se renverse correspond à la partie haute d'une barrière de potentiel : un projectile chargé positivement pourra pénétrer dans le noyau s'il arrive à s'en rapprocher jusqu'à une distance plus courte que celle qui sépare le centre du noyau de la barrière de potentiel, car alors ce sera une attraction qui s'exercera sur lui. On est conduit à penser que la hauteur de la barrière, c'est-à-dire l'énergie que doivent posséder des mobiles pour la surmonter, est de l'ordre d'une dizaine de millions d'électrons-volts (un million d'électrons-volts correspond à $1{,}59 \times 10^{-6}$ ergs). Il faut donc, pour pénétrer à l'intérieur du noyau, une énergie de l'ordre de grandeur que nous venons d'indiquer, et, comme les phénomènes chimiques que nous savons produire sont très loin de correspondre, par corpuscule, à des énergies aussi élevées, on s'explique comment les noyaux atomiques peuvent se défendre ainsi contre toute attaque. D'ailleurs, cette image est très grossière et ne vaut plus lorsqu'on cherche à pousser l'interprétation.

Pertes de masse et coefficients de groupement. — On considère qu'un noyau est caractérisé par deux nombres entiers : le nombre atomique, Z, et le nombre de masse N. Le premier représente le nombre de charges élémentaires positives contenues dans le noyau, dont la charge électrique totale est alors Z_e ; c'est aussi le nombre des électrons qui entourent le noyau et cela représente le rang de l'atome considéré dans la classification des éléments. L'autre nombre entier détermine combien de fois la masse du noyau considéré contient la masse du plus petit noyau connu, celui d'hydrogène ou proton. D'après cela, le poids atomique de tous les corps devrait être un multiple exact du poids atomique de l'hydrogène ; ce n'est pourtant pas le cas, et cette divergence s'explique depuis la connaissance des isotopes, c'est-à-dire des éléments ayant même nombre atomique Z (c'est-à-dire mêmes propriétés chimiques et optiques) mais n'ayant pas le même nombre de masse N. Les isotopes sont très nombreux : ainsi le chlore (Cl = 35,5) est, en réalité, constitué de deux éléments, Cl 35 et Cl 37,

qui sont toujours entre eux dans la même proportion et qui ont mêmes propriétés.

Cependant, les masses de chacun des isotopes, masses individuelles qui ont été mesurées avec soin par Aston, devraient alors être rigoureusement entières quand on prend pour unité la masse du noyau d'hydrogène. On a fait des mesures précises et l'on a trouvé des valeurs qui, tout en étant très voisines de nombres entiers, en diffèrent cependant encore par quelques millièmes.

La raison en doit être cherchée dans la correspondance que les idées d'Einstein ont pu établir entre la masse mécanique d'un mobile et la quantité absolue d'énergie qu'il contient. Cette relation s'exprime par $E = mc^2$, où E est l'énergie, m la masse, et c la vitesse de la lumière. Cela fait correspondre l'énergie de 9.10^{20} ergs à la masse d'un gramme.

Si les protons qui s'associent pour former un noyau complexe effectuaient ce groupement sans gagner ou perdre aucune énergie, la masse du noyau complexe serait exactement égale à la somme des masses de ses composantes ; mais, si ce groupement de protons entraîne un dégagement ou une absorption d'énergie, il y aura une différence en moins et en plus, et cette différence sera petite parce qu'un dégagement même très grand d'énergie se traduit par une faible variation de la masse. On comprend le grand intérêt qui s'attache à la détermination précise de ces petites différences. Par elles, on a, pour les éléments légers tout au moins, une idée de la stabilité du noyau, puisqu'elles correspondent à l'énergie de formation du noyau. Les considérations que l'on en peut tirer permettent de prévoir l'ordre de grandeur de l'énergie que devra posséder une particule pénétrant dans le noyau pour être capable de le disloquer.

Si nous prenons, par exemple, le noyau de l'hélium, qui est formé de quatre protons, sa masse atomique est sensiblement moindre que quatre fois celle du proton : elle n'est que de 3,971, ce qui correspond à un dégagement d'énergie de $4{,}4 \times 10^{-5}$ erg au moment du groupement des quatre protons pour former le noyau d'hélium. Or il est intéressant de rapprocher cette énergie de celle

des particules alpha rapides lancées par les corps radioactifs ; cette dernière n'atteint guère que le tiers du chiffre précédent. La stabilité du noyau d'hélium est certainement très grande, puisque l'on voit ses projectiles être lancés sans se détruire par les phénomènes extrêmement violents que sont les éruptions radioactives.

Chocs des corpuscules rapides et des noyaux d'atomes. — Voyons maintenant quels projectiles peuvent être utilisés pour attaquer les noyaux. Puisque les moyens mis en œuvre par les procédés ordinaires de la chimie et de la physique sont beaucoup trop faibles pour ébranler les remparts du noyau, il ne reste à notre disposition que les projectiles lancés par les corps radioactifs ; et, parmi eux, ce sont les particules alpha qui représentent la forme d'énergie la plus condensée et aussi la plus absorbable par la matière. Le polonium sera spécialement adapté, car son rayonnement alpha est monocinétique et il ne fait pas intervenir en même temps d'une façon sensible les rayonnements béta et gamma, qui sont très gênants au cours des expériences.

Dans la rencontre d'un corpuscule avec un atome, on peut envisager plusieurs cas. Si l'atome est lourd, les corpuscules légers qui le frapperont seront renvoyés dans différentes directions : c'est la diffusion d'un faisceau de particules par la matière, question qui a été envisagée depuis longtemps par Rutherford et ses élèves et qui a donné de précieux renseignements sur les champs de forces au voisinage de la partie centrale des atomes. Si, au contraire, l'atome est léger, on pourra tenter d'appliquer les lois du choc élastique à la rencontre des deux atomes : des considérations de ce genre ne sont pas de pures spéculations, et la chambre de Wilson a permis de mettre en évidence individuellement des phénomènes de ce genre et de les photographier.

Preuve de la transmutation artificielle des éléments. — Les preuves que l'on possède de la transmutation artificielle des corps légers sont de plusieurs ordres. Prenons le cas d'une feuille d'aluminium mince bombardée par des particules alpha du polo-

nium : alors que le choc d'une particule alpha contre la particule H, la plus légère connue, ne l'enverrait, suivant les lois de la mécanique classique, qu'à 15 centimètres environ au delà de la feuille, on trouve, en fait, des passages de protons beaucoup plus loin, jusqu'à 60 centimètres de distance. On est actuellement absolument certain que ces corpuscules sont des protons, tant par les photographies de la chambre de Wilson que par la mesure de l'ionisation produite par le passage de chaque corpuscule dans une chambre remplie de gaz, ionisation qui correspond bien à celle que l'on connaît comme due aux protons.

Par ailleurs, on trouve aussi des protons éjectés par l'aluminium dans toutes les directions, et la portée varie peu avec l'angle ; et même en direction arrière par rapport à celle du faisceau de projectiles incident, on rencontre encore des particules H provenant de la transmutation.

Ces faits sont actuellement certains ; mais l'expérimentation est rendue fort délicate par la présence possible de phénomènes perturbateurs, par la petitesse de l'effet d'une particule isolée et surtout par le faible rendement de l'opération : si l'on sait que, dans les meilleurs conditions, il faut 10 millions de particules alpha pour qu'une d'elles ait chance de faire exploser le noyau d'un atome d'aluminium, et si l'on connaît aussi la difficulté qu'il y a à éliminer toutes les causes perturbatrices, on verra pourquoi les progrès dans cette voie ne peuvent être très rapides.

Mode de détection des corpuscules rapides isolés. — C'est donc l'observation des corpuscules rapides isolés qui est un des problèmes les plus importants dans les expériences de transmutation.

Rappelons que les méthodes utilisées ne sont jamais parfaites, l'une d'elles (chambre de Wilson) donnant la photographie de la trajectoire mais ne fournissant aucune certitude sur la nature de la particule ni sur leur nombre ; d'autres, comme l'ancienne méthode des scintillations ou celle du compteur à pointes de Geiger, donnant seulement le nombre de particules sans donner de certitude sur leur direction ni sur leur nature ; enfin, la méthode

de la détection par courant d'ionisation amplifié permet d'avoir connaissance de la nature et du nombre de particules, mais sans donner leur direction certaine.

Ces méthodes sont exposées en détail dans un article de M. L. Leprince-Ringuet dans le numéro de juin 1931 des *Annales des P.T.T.* intitulé *L'amplificateur à lampes et la détection des rayonnements corpusculaires isolés.*

Questions à considérer daus la désintégration artificielle. — Voici, pour terminer ce résumé, la liste des principales questions que pose le problème de la transmutation :

1° Quel est le rendement du bombardement, c'est-à-dire le débit en rayons H en fonction de la vitesse des particules alpha et de la nature des noyaux bombardés ?

2° Quels sont les produits de dissociation, particules H, alpha, électrons, photons, etc... ?

3° Y a-t-il plusieurs corpuscules expulsés au cours d'un phénomène élémentaire ?

4° Que devient la particule alpha ? Est-elle captée ou poursuit-elle son existence indépendante ?

5° Quelle doit être la valeur de l'énergie cinétique des projectiles incidents pour déterminer la rupture d'un noyau ? Existe-t-il un seuil au delà duquel la désintégration se produit, ou bien y a-t-il une résonance d'énergie ? C'est, au fond, l'étude du spectre d'absorption énergétique du noyau.

6° Inversement, quel est, pour chaque espèce de particule expulsée, en fait pour les rayons H, ce qu'on pourrait appeler le spectre d'énergie émis, etc... ?

On ne peut entrer ici dans le détail des réponses à ces questions, et d'ailleurs beaucoup sont loin d'être définitivement admises. Nous avons dit que le rendement est très faible ; il croît assez vite en fonction de l'énergie des particules incidentes : on tente, en ce moment, d'accélérer, par des méthodes diverses, les atomes légers ionisés pour remplacer celles des corps radioactifs et opérer sur une plus grande échelle.

Pour ce qui est de la particule incidente, on pense, en général,

qu'elle est captée par le noyau, qui alors se transforme en augmentant de masse.

Nous arrêterons là ces brèves considérations. Elles ne peuvent faire qu'entrevoir le domaine très riche qui, dans cette voie, s'offre à la recherche, cependant elles suffisent à montrer un fait très important, c'est que le noyau des atomes n'est plus cette forteresse inviolable que l'on imaginait.

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

Sur un nouveau montage de postes à batterie locale, utilisant le combiné (et notamment le récepteur électromagnétique) du poste téléphonique à batterie centrale du modèle administratif [1]. — Les difficultés qu'on rencontre parfois, au cours de conversations téléphoniques échangées à partir de postes à batterie locale du modèle actuellement réglementaire, s'expliquent le plus souvent par les circonstances suivantes : d'une part, la longueur du manche du combiné et la forme de l'embouchure du microphone sont telles que l'efficacité à l'émission subit une brusque diminution dès que l'usager écarte le combiné de la position optimum ; d'autre part, le récepteur du poste, du type dit « à aimant permanent », possède bien, au moment de son poinçonnage, des qualités téléphonométriques satisfaisantes, mais l'expérience montre qu'il peut, à la longue, perdre ces qualités par suite d'un vieillissement prématuré de l'aimant.

De notables progrès ont été réalisés, dans le domaine des postes téléphoniques à batterie centrale, par la création du poste à combiné du type de 1924 : la longueur et la forme du combiné de ce poste ont été spécialement étudiées pour réaliser une bonne efficacité à l'émission ; d'autre part, le récepteur du combiné est du type « électromagnétique », ce qui le met à l'abri des chutes d'efficacité dues au vieillissement des aimants.

Le nouveau montage de poste à batterie locale étudié et réalisé par le Service d'études et de recherches techniques étend aux postes à batterie locale le bénéfice de ces progrès. Ce montage utilise, en effet, intégralement le combiné (capsule microphonique à diaphragme ondulé, récepteur électromagnétique, manche isolant) du poste à

---

1. Note remise par MM. R. Bigorgne et P. Marzin, ingénieurs.

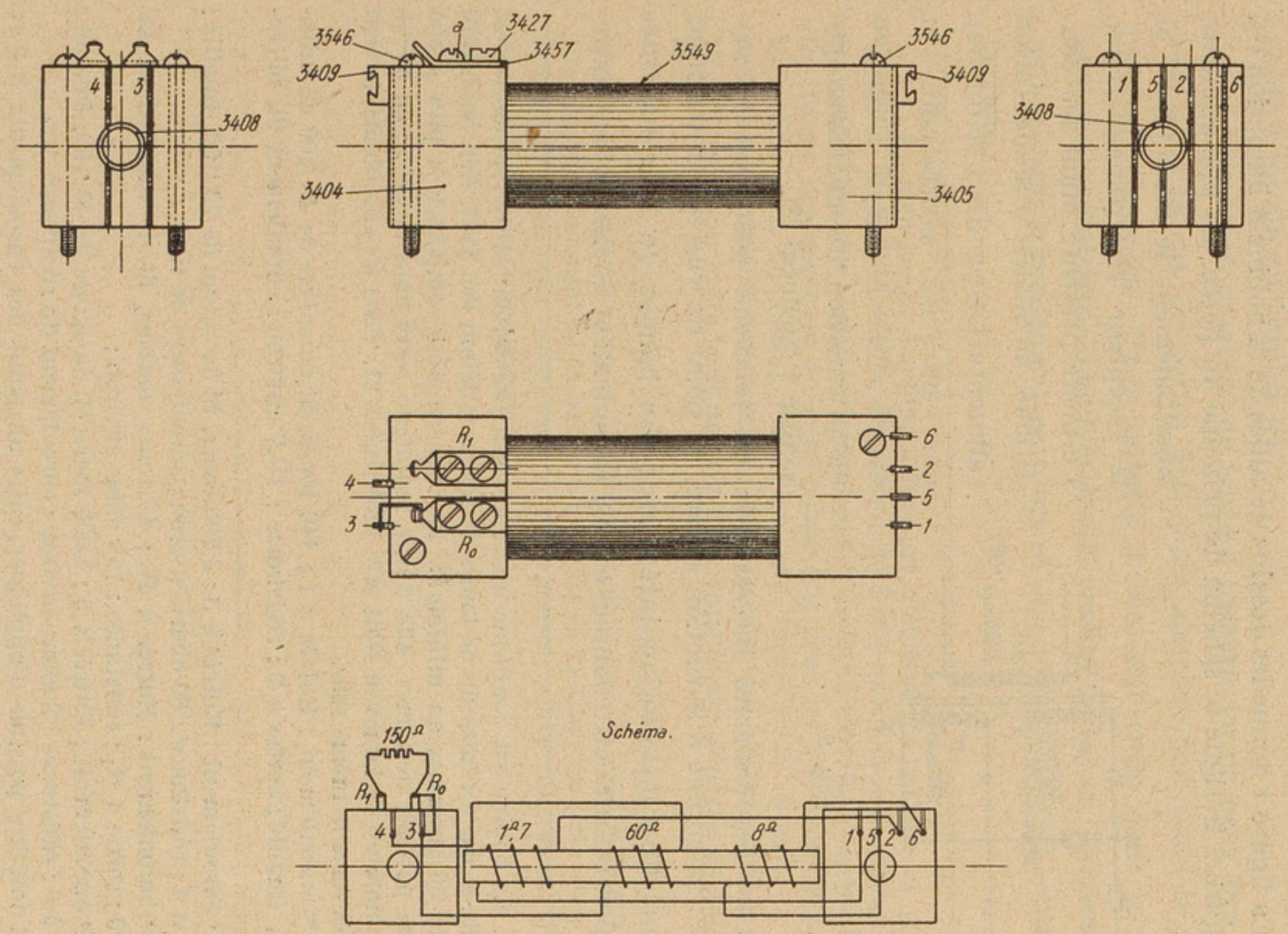

3546
a
3427
3457
3549
3546
3409
3409
4
3
3408
3404
3405
1
5
2
6
3408
R_1
R_0
4
3
6
2
5
1
150Ω
Schéma.
R_1
R_0
4
3
1Ω7
60Ω
8Ω
1
5
2
6

Fig. 1

batterie centrale ; le montage est complété par une bobine d'induction à trois enroulements dont la carcasse (noyau et joues) est d'ailleurs identique à celle de la bobine du poste administratif à batterie centrale à combiné.

La figure 1 donne les dessins détaillés de la bobine d'induction (1). La figure 2 indique le schéma de principe du poste. La pile alimente simultanément le microphone et le récepteur électromagnétique. Le poste présente, dans les conditions normales d'alimentation (alimentation par deux éléments), une efficacité satisfaisante et stable, aussi bien à la réception qu'à l'émission. Le schéma adopté réalise l'antilocal (2).

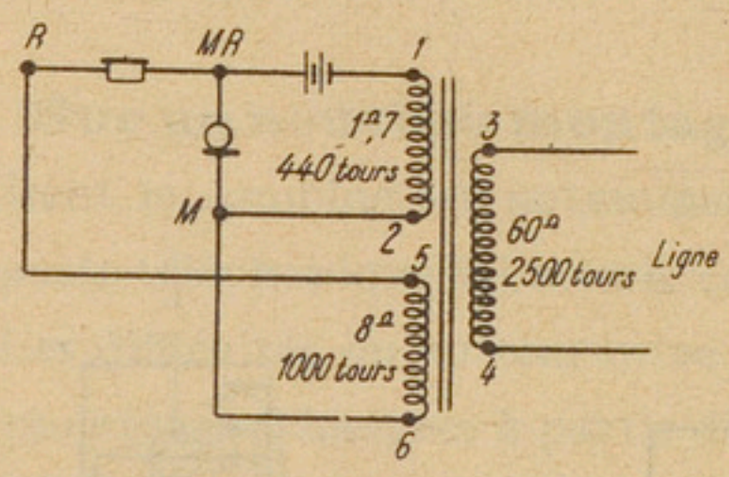


Fig. 2.

Une particularité intéressante du nouveau poste est la suivante : la bobine d'induction sépare, au point de vue électrostatique, la ligne de l'installation intérieure ; des bandes de toile bakélisée interposées, sur cette bobine, entre l'enroulement de ligne et les enrou-

---

1. La bobine est conforme aux spécifications suivantes : « L'armature est constituée par un faisceau de lames de fer au silicium DC 3547. Son poids doit être de 26 grammes au minimum. Le faisceau doit comporter le plus grand nombre possible de lames, afin d'être maintenu serré dans le tube ; en aucun cas, le nombre de lames ne doit être inférieur à 21. Tous les enroulements sont bobinés dans le même sens.

1er enroulement : Entrée à 1 ; 440 tours, fil de cuivre de 45 /100 de millimètre, émaillé ; sortie à 2 ; résistance : 1Ω,7 environ ; enroulement du microphone ;

2e enroulement : Entrée à 3 ; 2.500 tours, fil de cuivre de 20 /100, émaillé ; sortie à 4 ; résistance : 60 ohms environ ; enroulement de ligne ;

3e enroulement : Entrée à R_0 ; 45 tours doubles, fil de maillechort de 15 /100 ; sortie à R_1 ; résistance : 150 ohms environ ;

4e enroulement : Entrée à 5 ; 1.000 tours, fil de cuivre de 40 /100, émaillé ; sortie à 6 ; résistance : 8 ohms environ ; enroulement du récepteur.

Il doit être possible d'appliquer, entre un point des enroulements 3,4 et R_0, R_1 et un point des enroulements 1,2 et 5,6, une tension alternative pratiquement sinusoïdale, de fréquence 50 p:s et de tension efficace 2.000 volts, fournie par un transformateur de puissance $1^{kVA},5$, sans qu'un point faible de l'isolement ne se manifeste ».

2. Le poste à batterie locale actuellement réglementaire ne possède pas de montage anti-local.

lements du microphone et du récepteur, permettent de réaliser une rigidité diélectrique supérieure à 2.000 volts entre la ligne et les conducteurs aboutissant au combiné. Cette disposition écarte tout danger d'électrisation des usagers dans le cas où le poste est raccordé à un circuit troublé (1).

Le nouveau montage de poste à batterie locale peut être utilisé soit dans le cas de postes d'abonnés simples, soit dans le cas de postes « classeurs » (2) à batterie locale, soit enfin dans le cas de postes d'opératrices. Quelques essais pratiques de ces diverses applications sont actuellement en cours et ont donné jusqu'ici toute satisfaction.

---

1. Le manche du combiné utilisé est d'ailleurs en bakélite et peut supporter lui-même une tension alternative de 2.000 volts efficaces appliquée entre les conducteurs du cordon et la surface de l'isolant ; toutefois, comme les trois vis fixant l'embouchure du microphone (vis dont les têtes sont apparentes) taraudent dans un anneau métallique très voisin de la capsule, la rigidité diélectrique indiquée n'est obtenue avec sécurité que si l'on prend la précaution d'interposer entre ledit anneau et la capsule une rondelle de toile bakélisée.

2. Dans le cas d'un poste « classeur » à batterie locale raccordé à un bureau à batterie centrale (limitée à la signalisation), il peut y avoir intérêt à limiter l'intensité du courant de la batterie centrale en mettant en série avec l'enroulement de ligne une résistance supplémentaire : cette résistance, de valeur égale à 150 ohms, a été prévue.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur l'emploi, en électricité, de modèles mécaniques : Célébration, à Cambridge, du centenaire de la naissance de Maxwell (extrait) (Allan Ferguson, *Nature*, 10 octobre 1931). — La physique de Maxwell était celle de l'école écossaise, et Maxwell manifestait une véritable passion, dans l'exposition de ses théories, pour l'emploi de modèles mécaniques. Dans son modèle du champ magnétique, il représente « les lignes de force magnétiques par des cylindres tournant autour de ces lignes comme axes, la grandeur de la force étant représentée par la vitesse de rotation et sa direction, par celle de l'axe de rotation ». Afin qu'ils puissent tourner dans le même sens, les cylindres ne doivent pas engrener directement, mais le dispositif doit comporter quelque chose d'analogue à des satellites. Le rôle des satellites est joué par des corpuscules électriques représentés par de petites sphères. On conçoit facilement que des variations du champ magnétique (c'est-à-dire de la vitesse de rotation des cylindres) provoqueront le mouvement des sphères (c'est-à-dire donneront naissance à un courant électrique), et le grand mérite de ce modèle mécanique est de suggérer que des variations de la force électrique donneront naissance à des mouvements des cylindres, c'est-à-dire, créeront un champ magnétique. Il n'est nul besoin de pousser plus avant et nous pouvons nous en tenir sur ce point à la remarque de Sir Joseph Thomson que « l'introduction et le développement de cette idée fut la plus importante contribution de Maxwell à la physique ».

Nous avons noté la prédilection de Maxwell pour les modèles mécaniques ; or, nos théories mécaniques étant basées (ou du moins elles l'étaient) sur des lois déduites de l'observation de phénomènes à grande échelle, il est bien tentant d'étendre notre conception microscopique de l'univers au domaine de l'infiniment petit. C'est ainsi que nous arrivons à concevoir un gaz comme un grand nombre de

billes de billard entrechoquées ; que nous attribuons des propriétés matérielles, l'élasticité et la densité, à un éther luminifère. Ce danger n'est pas à craindre avec Maxwell. Jamais il ne confondit son modèle représentatif avec la réalité physique (quoi qu'il faille entendre par là); aussi le mettait-il de côté sans regrets une fois sa mission remplie. C'est ainsi qu'il écrivait : « Les changements de direction que subit la lumière en passant d'un milieu dans un autre sont identiques aux déviations de la trajectoire d'une particule traversant un petit espace où s'exercent des forces intenses. Cette analogie fut considérée longtemps comme la véritable explication de la réfraction de la lumière ; et elle nous est encore utile pour résoudre certains problèmes dans lesquels nous l'employons sans danger, reconnaissant son caractère artificiel. Une autre analogie, celle qui assimile la lumière aux vibrations d'un milieu élastique, s'étend beaucoup plus loin ; mais, bien que son importance et sa fécondité ne puissent être surestimées, nous ne devons pas oublier qu'elle est fondée seulement sur une ressemblance de forme entre les lois de la lumière et celles des vibrations ».

A propos du passage ci-dessus, sir James Jeans a fait la remarque qu'il semble extrait d'une conférence contemporaine sur la mécanique ondulatoire.

Sur la réalisation des machines électrostatiques (Henri Chaumat et Edouard Lefrand, *C. R. acad. sciences*, 7 décembre 1931). — L'un de nous [1] a posé les bases d'un calcul préalable des machines électrostatiques.

Il est impossible de charger un corps isolé. Les deux électricités apparaissent toujours en quantités égales sur les deux armatures d'un condensateur.

Considérons donc un tel condensateur, qu'on isole de la source après l'avoir chargé.

Si, par l'application de forces extérieures, on fait diminuer la capacité, la différence de potentiel entre les armatures augmente, l'énergie électrique croît et l'on a un générateur électrostatique.

1. *Comptes-rendus acad. sciences*, 188 (1929), p. 1096 et 1232.

On aura un moteur électrique, au contraire, si on laisse croître la capacité sous l'action des forces intérieures.

Ces machines sont reversibles.

On peut obtenir ces variations de capacité, sans mettre en jeu de forces, par de simples modifications des connexions. Le dispositif est alors un transformateur d'énergie.

Quand on essaye de réaliser un générateur électrostatique basé sur ces principes, à l'aide de pièces tournantes, comme l'un de nous l'a envisagé, on est bientôt arrêté par des difficultés qui paraissent insurmontables.

En effet, la tension montant à mesure que la capacité diminue, pour éviter des décharges disruptives intérieures, on est amené à écarter notablement les plateaux fixe et mobile, c'est-à-dire les éléments des capacités variables. Et il est visible qu'alors les variations de capacité ne peuvent être que très faibles ; elles tendent vers zéro, à la limite, lorsque les plateaux fixe et mobile sont de plus en plus distants.

La solution devait nous être donnée par l'emploi du cylindre de Faraday, qui sera réalisé d'une façon approximative sous forme d'un portefeuille étroit où pourront pénétrer les corps chargés. Ce cylindre portefeuille n'est d'ailleurs que l'une des armatures d'un condensateur dont l'enceinte est l'autre armature.

Ceci dit, considérons un corps c chargé à une différence de potentiel initiale u par rapport à une enceinte E. Si nous amenons le corps c à l'intérieur d'un cylindre de Faraday F, l'expérience prouve que le corps c abandonne toute sa charge au cylindre, quelle que soit la différence de potentiel de celui-ci par rapport à l'enceinte. Ceci montre que la différence de potentiel du corps c par rapport à l'enceinte peut croître au delà de toute limite (ou mieux sans autres limites que des décharges disruptives) et que, par suite, la capacité du corps c par rapport à l'enceinte tend vers zéro quand le corps c est amené dans le cylindre de Faraday. Nous obtiendrons ainsi la diminution considérable de capacité que nous recherchons.

Des expériences préliminaires nous ont montré que l'on pouvait ainsi obtenir des différences de potentiel de 175.000 volts à partir d'une différence de potentiel initiale de 110 volts. Cela veut dire

aussi que le rapport des capacités est de 1600. Nous avons obtenu ensuite le rapport 7500.

Aux tensions élevées que l'on peut ainsi atteindre, l'emploi de conducteurs est inutile, l'ébonite présentant une conductibilité superficielle suffisante.

Nous avons construit une machine qui, avec un seul plateau de 46cm de diamètre, nous a permis d'atteindre et de dépasser 500.000 volts à 1200 tours par minute. Cette machine possède, sur la périphérie, deux de ces cylindres portefeuilles diamétralement opposés, et, à 90° de ces collecteurs, se trouvent deux chargeurs. Chacun de ces chargeurs est un condensateur dont une armature est métallique et très soigneusement isolée sur toutes ses faces et qui se trouve en regard de la face antérieure d'un plateau d'ébonite. L'autre armature du condensateur est formée par la face postérieure du plateau d'ébonite, sur laquelle frotte une petite brosse métallique. Les brosses des deux chargeurs sont reliées entre elles et les armatures métalliques des deux chargeurs sont reliées aux pôles d'une source. On ne demande à la source, ici, que de produire un champ électrostatique. On a trouvé avantageux de mettre, sur la face d'avant des armatures métalliques des deux chargeurs, une lame de mica : le mica présente une sorte de rémanence, qui favorise l'auto-excitation.

Pour éviter des surtensions dangereuses qui pourraient détruire la machine, on relie ses pôles à chacun des deux chargeurs par une simple ficelle. Cette ficelle, qui présente des fuites notables, agit comme un véritable limiteur de tension. Celle que nous avons employée ne peut tenir plus de 15.000 volts et c'est là la différence de potentiel initiale à laquelle sont chargés les condensateurs. Les décharges disruptives intérieures sont évitées, les corps chargés se trouvant, à l'intérieur des portefeuilles, dans des champs électrostatiques sensiblement nuls.

Cette machine présente un régime stable sous 300.000 volts et nous a donné une puissance, déjà appréciable, de 24 watts. C'est 34 fois plus que ne donne, sous 70.000 volts, une machine de Wimshurst de 47cm, de diamètre, à la même vitesse.

Sur des intégrateurs mécaniques à liaisons holo-

nomes (Bernard Salomon, *C.R. acad. sciences*, 9 novembre 1931). — 1. Les intégrateurs mécaniques connus jusqu'ici utilisent des roulettes, des sphères, des lames coupantes, etc... Ils sont donc fondés sur la réalisation de *liaisons non holonomes*.

La présente note concerne des intégrateurs à *liaisons holonomes* : l'équation fondamentale n'est plus une traduction des liaisons ; elle est d'origine dynamique et résulte de certaines hypothèses sur les forces appliquées.

2. Soit un système dépendant des variables indépendantes : $q_1, q_2 \ldots, q_n$.

Par hypothèse, l'expression 2 T de la force vive ne contient pas q_i, qui est alors une variable *cyclique*. Si, en outre, la force généralisée φ_i est nulle à tout instant, cette variable est *cachée* ou *ignorable*.

L'équation de Lagrange qui lui correspond donne alors, après intégration :

$$\frac{\partial T}{\partial q'_i}, \tag{1}$$

relation qui peut être susceptible de servir de base à des appareils intégrateurs.

3. En particulier, soit un solide de révolution suspendu par son centre de gravité, *avec frottements très faibles sur les pivots de l'axe de révolution*.

L'équation de Lagrange relative à la variable *cachée* φ est :

$$r_0 = \varphi' + \psi' \cos\theta \tag{2}$$

et devient, si, à l'origine, le système était au repos :

$$d\varphi = -\cos\theta \, d\psi, \tag{3}$$

sur la réalisation de laquelle on peut fonder un intégrateur mécanique.

4. Soit, par exemple, à intégrer une fonction $y = f(x)$ représentée, en coordonnées cartésiennes, par une courbe (c). On réalise les relations

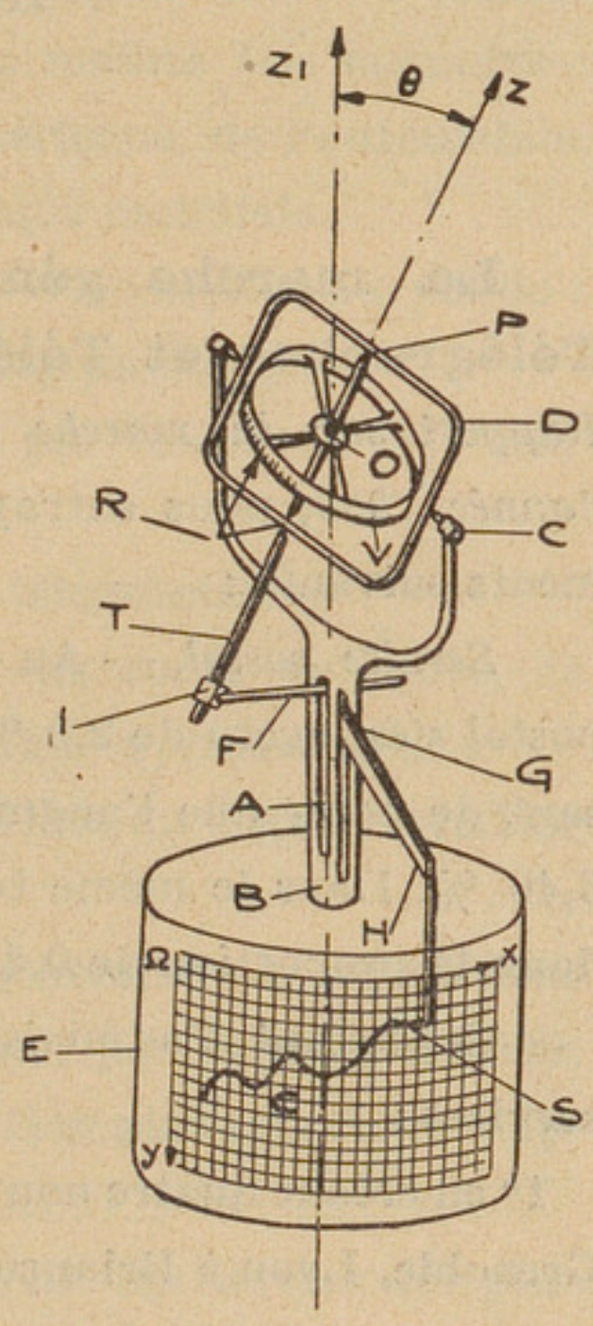
$$\left.\begin{aligned} \psi &= px, \\ \cos\theta &= qy, \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

les constantes p et q étant judicieusement choisies. L'équation

$$\varphi - \varphi_0 = -\int \cos\theta \, d\psi = -pq \int y \, dx \tag{5}$$

montre que la différence $\varphi - \varphi_0$, relative à la rotation propre du solide de révolution, donne la quadrature cherchée.

5. Sur un cylindre de révolution E d'axe OZ_1, s'enroule une feuille sur laquelle la courbe (C) est rapportée aux axes Ωx et Ωy.



D'autre part, un manchon B, susceptible de tourner autour d'une colonne verticale A d'axe OZ_1, se termine par une fourche portant deux pivots C pour le cadre D.

Ce cadre présente deux portées p, *à frottements aussi faibles que possible*, pour les pivots d'un axe OZ solidaire d'un volant parfaitement équilibré V, gradué sur la tranche qui fait face au repère R fixé au cadre D.

Le cadre D porte, en prolongement de l'axe OZ, une règle T sur laquelle se bloque un curseur I solidaire d'une bielle F, qui demeure perpendiculaire à l'axe OZ_1 grâce à un croisillement G dont la branche verticale entraîne, par un levier coudé, une pointe S.

Pour astreindre la pointe S à suivre la courbe (C), il suffit à l'opérateur de modifier d'une manière continue l'angle de rotation ψ de l'équipage autour de OZ_1, et d'agir simultanément sur l'inclinaison $\frac{\pi}{2} - \theta$ du cadre D.

On a alors :

$$\int_{x_0}^{x} y \, dx = a\varphi + bx + c, \tag{6}$$

a, b et c étant certaines constantes.

INFORMATIONS.

La marche générale des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français en 1930. — Du *Rapport sur la marche générale des services des P.T.T. pendant l'année 1930*, nous extrayons, à titre documentaire, les renseignements suivants :

Service postal. — Au cours de l'année 1930, l'ensemble du trafic postal s'est accru de 2,2 % par rapport à l'année 1929. Il est intéressant de noter que l'augmentation de recettes correspondant atteint 6,40 %. Dans le même temps les effectifs n'ont été augmentés que dans la proportion de 0,4 %.

Cependant l'administration a poursuivi l'amélioration de ses services :

1° en créant quatre nouveaux ambulants : Paris à Grenoble, Lyon à Grenoble, Lyon à Briançon, Laon à Langres ;

2° en renouvelant une partie du matériel roulant : 148 wagons-poste neufs ont été mis en circulation en 1930 ;

3° en intensifiant la poste automobile rurale par la création de nouveaux circuits automobiles, qui portent à 1500 le nombre de communes desservies par ce moyen ;

4° en développant la poste aérienne, principalement sur les liaisons avec l'Europe centrale et avec l'Algérie et la Tunisie ; de ce fait, le tonnage transporté s'est élevé de 50.000 kilos en 1929 à 83.000 kilos en 1930, ce qui représente une augmentation de 66 %.

Dans le domaine des progrès techniques réalisés en 1930, on peut signaler :

1° L'acquisition de presses rotatives pour la confection automatique des carnets de timbres-poste ;

2° La modernisation de l'outillage des bureaux de poste par l'utilisation plus intense de distributeurs et balances automatiques, de machines à calculer, etc...

Service télégraphique. — Le trafic télégraphique a subi un fléchissement en 1930. La régression totale atteint, dans les deux régimes (intérieur et international), 3 millions de correspondances en chiffres ronds. Ce fléchissement est dû aux causes mainte fois énoncées : développement du téléphone, de la poste aérienne, de l'automobile, etc... Il est dû également à la crise économique mondiale.

Cependant des facilités nouvelles ont été accordées au public :

1° Création de nouvelles catégories de télégrammes ;

2° Extension de la transmission d'office par téléphone des télégrammes d'arrivée ;

3° Réexpédition télégraphique d'office des télégrammes ;

4° Extension de l'essai de distribution, en cours de route, de télégrammes privés urgents dans certains trains express de jour ;

5° Essai de ramassage des télégrammes privés du régime intérieur dans certains trains.

Service radiotélégraphique. — Le trafic acheminé par les stations d'État est en augmentation de 18 % environ par rapport à 1929. Cet accroissement est dû surtout à l'exploitation plus intense de l'appareil Baudot-Verdan.

Service téléphonique. — Le développement du service téléphonique s'est poursuivi au cours de l'année 1930 ; l'augmentation a été de 9,25 % (9,37 en 1929) pour le nombre des postes téléphoniques, de 11.77 % (13,75 en 1929) pour le trafic interurbain et de 10,49 (21,25 en 1929) pour le trafic international. Comme on le voit, l'accroissement est moins prononcé que l'année précédente.

Au cours de l'année, 828 communes ont été dotées du service téléphonique.

L'amélioration de l'outillage a été poursuivi activement. C'est ainsi que le nombre des abonnés desservis en automatique s'est élevé de 12,34 à 17,36 % ; la longueur des fils conducteurs aériens et souterrains, qui était de 5.536.043 kilomètres en 1929, est passée, en 1930, à 6.373.366 kilomètres.

En ce qui concerne l'exploitation, diverses améliorations et facilités nouvelles ont été apportées et accordées, à savoir :

1° Extension des relations téléphoniques nationales et internationales ;

2° Utilisation plus grande, dans les bureaux centraux, d'autocommutateurs, de multiples à batterie centrale, de multiples extensibles et de tables interurbaines ;

3° Postes publics à prépayement ;

4° Avis d'appel et préavis ;

5° Organisation du service de nuit dans les bureaux comptant au moins 201 abonnés ;

6° Prolongation du service téléphonique des abonnés dans les réseaux à service municipal ;

7° Service dominical pendant la saison estivale.

Radiotéléphonie. — L'année 1930 a été caractérisée par une notable extension du service radiotéléphonique. Alors qu'en 1928 nous ne communiquions qu'avec l'Amérique du nord, nos liaisons radiotéléphoniques nous rattachent aux cinq parties du monde et avec certains paquebots des lignes qui réunissent la Grande-Bretagne à New-York.

Chèques postaux. — Le fait qui caractérise la faveur dont jouit le chèque postal auprès du public est que le ralentissement de l'activité économique n'a pas eu de répercussion très sensible sur le trafic des chèques postaux.

Aussi, et comme par le passé, l'administration s'attache-t-elle à adapter, selon les méthodes les plus modernes, l'organisme des chèques postaux à tous les besoins de sa clientèle.

L'équipement radio-électrique de « l'Atlantique ». — Le paquebot « l'Atlantique », qui a quitté pour la première fois Bordeaux le 29 septembre 1931 pour la République Argentine, est, sans conteste, le navire le plus moderne qui circule dans l'Atlantique du sud.

Il a été muni d'une installation radio-électrique très complète, réalisée par la Compagnie radio-maritime, avec du matériel de la Société française radio-électrique. Cette installation comprend :

1° Installation à ondes longues :

un émetteur du type B.51.M (ondes entretenues pures et modulées),

un émetteur du type B.41 K (ondes modulées),

un récepteur de presse, du type R.P.9,

un récepteur de trafic, du type R.B. 1/3,

un ondemètre du type E.4 ;

2° Installation à ondes courtes :

un émetteur du type F.C.50 avec stabilisateur de fréquence (ondes entretenues et modulées),

une installation permettant les liaisons radiotéléphoniques à grandes distances et comprenant un ensemble d'émission stabilisé par quartz piézo-électrique et un récepteur spécial pour le fonctionnement en duplex,

un récepteur de trafic, du type R.O.C. 3/4,

un ondemètre de précision ;

3° Postes divers :

un radiogoniomètre du type G.M.4,

un ensemble reproducteur phonographique à deux lecteurs et d'amplification microphonique,

un ensemble de reproduction cinématographique sonore.

En outre, l'installation d'un sondeur ultra-sonore Langevin-Florisson a également été prévue.

Tous les appareils radio-électriques sont groupés dans une cabine spéciale, située sur le « pont des sports », pont le plus élevé du navire.

Installation à ondes longues. — L'ensemble d'émission sur ondes longues de « l'Atlantique » permet d'assurer l'écoulement du trafic d'une façon sûre et rapide, en télégraphie à ondes entretenues pures et modulées. Il a été réalisé sous la forme d'un meuble métallique homogène groupant les différents émetteurs à ondes longues de l'installation.

Il est conforme aux règlements internationaux en vigueur, et, pour satisfaire à leurs prescriptions, le poste à ondes modulées, poste B.41.K, est pourvu d'une installation de secours à puissance réduite fonctionnant sur batterie d'accumulateurs.

Afin de réduire le plus possible le temps nécessaire aux manœuvres, et par là même d'écouler rapidement le trafic, on a groupé sur une *table de commande automatique* les dispositifs de :

mise en marche et d'arrêt des groupes,

passage de transmission à réception,

changement de poste.

Sur cette table, sont en outre placés les récepteurs de trafic.

Un certain nombre de sécurités, judicieusement choisies et placées, permettent d'éviter toute avarie provenant d'un oubli, d'une négligence ou d'une imprudence de l'opérateur.

Poste émetteur B.51 M. — Ce poste, d'une puissance en antenne d'environ 800 watts, fonctionne en ondes entretenues pures et modulées. Il dispose de dix longueurs d'onde, réglées dans la gamme comprise entre 1850 et 2.400 mètres, et peut émettre, en outre, sur l'onde de 600 mètres, réservée à certains appels.

Installation à ondes courtes. — Les deux postes constituant l'installation à ondes courtes, F.C.50 avec stabilisateur et poste de radiotéléphonie, sont tout à fait distincts. Ils utilisent des machines séparées et travaillent sur deux antennes différentes. Cette indépendance leur permet de fonctionner simultanément, ce qui, en cas de trafic intense, confère à l'installation un avantage considérable.

C'est encore pour répondre à cette dernière condition de travail que l'on a adjoint un stabilisateur au poste F.C.50. Bien que le poste F.C.50, en effet, donne toujours d'excellents résultats, il est des circonstances où il se trouve soumis à des conditions de service atteignant les limites des possibilités pour lesquelles il a été établi. Or l'installation de « l'Atlantique » aura souvent à écouler, à très grandes distances, un trafic particulièrement important. Il devenait donc intéressant d'adjoindre au poste F.C.50 un régulateur automatique de fréquence, destiné à accroître encore sa stabilité, pour le rendre parfaitement apte à cette extension de service.

Stabilisateur à déphasage. — Le principe du stabilisateur consiste à asservir la fréquence de l'émetteur à des organes auxiliaires susceptibles de décéler une variation de fréquence, aussi faible soit-elle, et de réagir instantanément en sens inverse sur l'émetteur pour ramener ce dernier à sa fréquence exacte.

A cet effet, l'appareil comporte deux organes principaux :

1° une self-inductance à saturation, dite *modulateur*, liée à un amplificateur à courant continu ;

2° un dispositif de commande servant à déceler les variations de fréquence et actionnant le premier ensemble.

Le modulateur est une self-inductance à saturation comportant deux enroulements :

a) un enroulement à haute fréquence couplé à la self-inductance d'entretien de l'émetteur par l'intermédiaire d'un condensateur de forte capacité ;

b) un enroulement à courant continu intercalé dans le circuit de plaque d'un amplificateur.

Dès lors, la fréquence de l'émetteur, définie par les organes de son circuit oscillant, se trouve être également fonction de l'état de saturation de la self-inductance, saturation commandée par le courant continu. On conçoit donc qu'une variation judicieuse de ce courant continu, commandée par une variation accidentelle de fréquence de l'émetteur, puisse corriger cette dernière. Ce courant continu est fourni par l'amplificateur sous l'action du dispositif de commande.

Le dispositif de commande, servant à déceler les variations de fréquence de l'émetteur et actionnant l'amplificateur à courant continu, est constitué par deux cadres montés suivant le même axe vertical et dont les plans sont perpendiculaires. L'ensemble des deux cadres est couplé, d'une part, à l'émetteur par l'intermédiaire d'une spire de couplage intercalée dans le câble reliant l'enroulement à haute fréquence du modulateur à l'émetteur, et, d'autre part, à l'amplificateur à courant continu au moyen d'un dispositif à deux lampes montées en détectrices.

Dans le cas d'une légère variation de la fréquence de l'émetteur, les tensions aux bornes des cadres, dont l'une a été rendue apériodique et les autres variables en phase, se composent de façon que leurs résultantes varient en grandeur d'une quantité appréciable et agissent sur le courant de plaque de l'amplificateur à courant continu. Une grande variation d'intensité du courant est ainsi produite dans le primaire de la self-inductance, et l'on s'arrange alors pour que cette variation tende à ramener la fréquence de l'émetteur à sa valeur initiale.

Poste d'émission de radiotéléphonie. — Ce poste, d'une puissance en antenne d'environ 400 watts, est destiné à assurer les communications téléphoniques, sur ondes courtes, entre le navire et la terre ferme.

La propagation des ondes courtes étant fonction du lieu et des conditions d'installation du poste émetteur et de l'heure de la transmission (journée ou nuit), un poste ne disposant que d'une seule longueur d'onde n'aurait pu convenir dans ce cas particulier, les communications étant, pour ainsi dire, continuelles.

Aussi, pour répondre à ce besoin, cet émetteur peut-il émettre sur n'importe quelle longueur d'onde, comprise entre 15 et 60 mètres. En outre, la nécessité de disposer d'une onde absolument stable a conduit à réaliser un poste à maître-oscillateur stabilisé par quartz.

Ensemble de reproduction phonographique, microphonique et cinématographique sonore. — Cet ensemble, relativement important, met en jeu les appareils d'une cabine cinématographique complète, et d'une installation à trente haut-parleurs distribués dans les principaux locaux du paquebot et permettant d'y faire entendre soit des concerts donnés dans un des grands salons, soit des annonces parlées, soit enfin des reproductions phonographiques.

Le matériel comprend :

deux projecteurs pour reproduction cinématographique sonore ;
un amplificateur de puissance de 50 décibels ;
une table phonographique à deux lecteurs ;
un microphone Reisz-S.F.R. ;
un amplificateur microphonique ;
trente haut-parleurs électro-dynamiques ;
un groupe convertisseur d'alimentation.

L'amplificateur de puissance est utilisé indistinctement pour les trois fonctionnements envisagés, c'est-à-dire : cinéma, transmissions microphoniques et transmissions phonographiques.

Comme on vient de le voir, l'installation radioélectrique du paquebot « l'Atlantique » est l'une des plus complètes qui aient été réalisées dans le domaine radio-maritime. Non seulement la multiplicité et la qualité des postes rendent tout risque de panne illusoire ; mais elles confèrent à ce bâtiment des possibilités de trafic considérables, mettant à la disposition des passagers et de l'état-major du bord un instrument de communication des plus remarquables par sa sécurité, sa souplesse et sa rapidité de service. (*Bull. de la Société française radio-électrique.*)

La nouvelle station d'émission du poste de radiodiffusion « Radio-Paris ». — Le poste de radiodiffusion «Radio-Paris », situé à Paris (11, rue François Ier) et appartenant à la Compagnie française de radiophonie, n'avait, jusqu'à l'année dernière, d'autre station d'émission que celle qu'il avait fait édifier à Clichy, et dont la puissance n'était que de 17 kilowatts. La nouvelle station d'émission que cette compagnie a fait construire aux Essarts-le-Roi (Seine-et-Oise), et qui a été inaugurée en novembre dernier, a une puissance dans l'antenne supérieure à 100 kilowatts.

Sa situation géographique répond bien aux différentes conditions requises pour l'exploitation d'un centre de radiodiffusion de grande importance : éloignement des grandes agglomérations urbaines, emplacement bien dégagé et suffisamment vaste.

A Paris, les microphones, au nombre de deux par auditorium, attaquent les amplificateurs microphoniques placés à proximité. Ces appareils sont soigneusement établis en vue d'éviter toute déformation aux courants qu'ils amplifient. Puis ces courants sont amenés à la station d'émission par le moyen d'un câble de liaison.

Câble de liaison. — Ce câble de liaison est un câble pupinisé, spécialement étudié en vue de la transmission sans distorsion, de toutes les fréquences comprises entre 30 et 10.000 périodes à la seconde (fréquence de coupure : 17.000). A ce câble, sont adjoints un correcteur d'amplitude et un amplificateur terminal. Toutes les précautions nécessaires ont été prises pour soustraire le câble aux perturbations extérieures de toute nature.

Ce câble possède trois paires de conducteurs affectés au service de la radiodiffusion et quatre paires de conducteurs téléphoniques ordinaires.

Bâtiment. — L'ensemble d'émission est installé dans un bâtiment d'environ 400 mètres carrés de surface, comprenant :

un rez-de-chaussée, aménagé pour recevoir les groupes convertisseurs, les transformateurs, les batteries d'accumulateurs, les pompes, l'atelier de réparations, le magasin, la chaufferie, etc... ;

un premier étage, où sont installés : le poste émetteur proprement dit avec son pupitre de commande automatique, le redressement à vapeur de mercure principal fournissant le courant continu sous

12.000 volts, les redressements auxiliaires, également à vapeur de mercure, assurant l'alimentation des plaques des petits étages et les polarisations de grille ; l'amplificateur terminal de ligne se trouve au premier étage, dans un local complètement blindé, afin de le soustraire à l'effet de l'antenne.

Emetteur. — Le poste émetteur est établi pour une onde porteuse ayant une puissance de 70 kilowatts avec une profondeur de modulation possible de 100 %, ou de 85 kilowatts avec une profondeur de modulation de 80 %. Cela correspond, d'après la définition du C.C.I.R., à une puissance en antenne de 105 à 110 kilowatts.

Le montage adopté utilise un procédé de modulation nouveau, dit *modulation par déphasage*, qui permet de faire travailler le dernier étage d'amplification au voisinage du maximum de rendement, conduisant ainsi à une économie de 30 à 35 % sur l'énergie totale nécessaire à l'alimentation.

Réglé, comme le poste actuel, sur une longueur d'onde de 1725 mètres, le transmetteur comprend un maître-oscillateur à quartz piézo-électrique. Ce maître oscillateur, de très faible puissance, est alimenté par des sources de grande stabilité.

Il est suivi de deux étages d'amplification, de quelques dizaines de watts, dont le dernier est modulé par le courant microphonique. Ainsi modulé, le courant de haute fréquence est amplifié une première fois par un amplificateur muni de deux triodes de quelques centaines de watts.

Le second étage amplificateur est constitué par deux ensembles identiques, fonctionnant en parallèle, et équipés avec deux lampes refroidies par une circulation d'eau de 15 kilowatts utiles, travaillant à faible puissance.

Ce second étage est lui-même suivi d'un troisième et dernier étage, constitué également par deux ensembles travaillant en parallèle et équipés chacun avec six triodes à circulation d'eau, timbrées à 20 kilowatts.

Un circuit d'antenne termine le dispositif.

Des dispositions très spéciales ont été prises pour réduire les harmoniques rayonnées. A cet effet, les circuits oscillants de chaque étage d'amplification sont couplés au suivant par capacité. Ce dis-

positif présente l'avantage d'affaiblir considérablement les harmoniques. Le même mode de couplage est utilisé pour l'antenne.

Antenne. — L'antenne de « Radio-Paris » est supportée par trois pylônes haubanés de 208 mètres de hauteur, disposés aux sommets d'un triangle équilatéral de 315 mètres de côté. La descente d'antenne verticale se trouve au centre du cercle circonscrit, au voisinage immédiat du bâtiment d'émission.

La nappe d'antenne proprement dite a la forme d'un triangle équilatéral de 160 mètres de côté.

Enfin un réseau de 15.000 mètres de fil de cuivre enterrés et de bandes de cuivre servant de collecteurs, constitue la prise de terre.

Téléphonie automatique. — A Lyon, le central automatique Moncey a été mis en service le 6 février. Sur cette nouvelle installation, équipée pour recevoir 7.000 abonnés, 2.500 abonnés portant déjà des numéros « Moncey » ou « Parmentier » ont été rattachés. Un second transfert de 1.500 abonnés, de la même circonscription, a eu lieu le samedi 13 février.

Tous les abonnés de Lyon, à l'exception d'une centaine reliés au bureau de Villeurbanne, sont ainsi desservis par des centraux automatiques.

ERRATA.

Nous prions nos lecteurs de bien vouloir rectifier deux erreurs qui ont modifié le sens du texte de la note de M. Chavasse sur *Les bruits et leur mesure*, parue dans le numéro de janvier :

Page 21, 8e ligne, *au lieu de* 100 p : s, *lire :* 1000 p : s ;

Page 43, *intervertir les légendes des figures 11-b et 11-c.*

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

714.352. Télégraphie ultra-téléphonique (Société dite : Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

714.742. Disposition et couplage pour l'appel de sélection de plusieurs téléscripteurs raccordés à une ligne (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

Téléphonie.

714.220. Enregistreur-émetteur applicable à la téléphonie automatique (Société nouvelle de constructions téléphoniques (brevets Tchoubritch-Derval), France).

714.251. Etouffeurs d'écho (Société dite : Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

714.383. Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

714.458. Arrangements de circuits pour systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

714.477. Perfectionnements aux centraux téléphoniques automatiques (Telefonaktiebolaget L.M. Ericsson, Suède).

714.646. Arrangements de circuits pour contrôler les indicateurs d'appels à travers des lignes interurbaines dans les systèmes téléphoniques (Le Matériel téléphonique, France).

714.679. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques pour bureaux centraux automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

714.777. Appareils permettant l'aseptie permanente des téléphones (Jean Chauvin, France).

714.858. Perfectionnements aux microphones (Marconi's Wireless telegraph company, Angleterre).

714.908. Dispositif de réception d'impulsions de courant, en particulier à l'aide de lignes de transmission à distance ou de dispositifs analogues (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

715.225. Perfectionnements apportés aux installations téléphoniques (R.-P.-E. Laporte, France).

715.391. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Süddeutsche Apparate Fabrik, Allemagne).

715.417. Méthode et appareillage pour l'indication phonétique automatique de l'heure exacte par la voie téléphonique (Edouard Belin, France).

39.558. Poste de renforcement ou d'amplification pour câbles à signaux de haute mer (Felten et Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Allemagne) (1re addition au brevet n° 707.435).

TRANSMISSION DES IMAGES.

714.146. Perfectionnements apportés aux appareils de télévision et de transmission d'images, et plus particulièrement aux appareils récepteurs (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

714.364. Procédé d'inversion utilisable dans la transmission des images avec fil ou sans fil (Etablissements Edouard Belin, France).

Pour pouvoir, au moyen d'une cellule photoélectrique, obtenir à distance un document positif reproduisant une photographie transmise électriquement à distance, sans nécessiter, au préalable, l'inversion de l'image c'est-à-dire le tirage d'un document négatif correspondant, on utilise un éclairage supplémentaire de la cellule photoélectrique, rupté à la même fréquence que l'éclairage provenant du document mais avec une différence de phase de 180° ; l'intensité de cet éclairage supplémentaire est réglée de façon à ce que l'éclairement de la cellule soit rigoureusement continu en présence d'un blanc du document, de sorte que cette cellule fournit pour un blanc un courant continu qui ne traverse pas l'amplificateur. Pour toute valeur intermédiaire entre blanc et noir, la cellule fournit un courant ondulé dont la composante alternative est d'autant plus forte que l'endroit considéré du document est plus noir.

714.841. Procédé et dispositif pour la transmission télégraphique d'images à demi-tons (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

714.866. Système de synchronisation de transmission de signaux électriques, applicable plus particulièrement à la transmission d'images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

714.881. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Electrical research products, Etats-Unis).

714.897. Perfectionnements aux systèmes de transmission électro-optique (Electrical research products, Etats-Unis).

714.930. Perfectionnements relatifs aux dispositifs de synchronisation et de mise en phase (Electrical research products, Etats-Unis).

714.931. Perfectionnements aux systèmes de transmission électro-optique et aux appareils pour ceux-ci (Electrical research products, Etats-Unis).

Ce brevet donne d'abord les courbes de l'effet relatif (exprimé en décibels) produit par une cellule photoélectrique à gaz (néon ou hélium), en fonction de la fréquence de l'excitation lumineuse sinusoïdal agissant sur la cellule ; ces courbes, tracées de 0 à 40.000

périodes par seconde, montrent non seulement le résultat tota donné par la cellule à chaque fréquence, mais aussi l'influence de la capacitance entre les électrodes de la cellule, l'influence du circuit extérieur à la cellule et l'influence du gaz de la cellule, ces trois influences s'ajoutant l'une à l'autre pour produire la distorsion importante que l'on observe aux fréquences supérieures à 3.000 p : s, qu'on rencontre usuellement en télévision, les hautes fréquences étant désavantagées.

Ensuite, le brevet indique divers procédés permettant de compenser la non-uniformité de l'effet produit par la cellule photoélectrique à diverses fréquences. On peut par exemple placer en dérivation par rapport au circuit de plaque de la première lampe amplificatrice associée à la cellule une inductance réglable qui produit une impédance croissant avec la fréquence et par suite une perte de transmission qui est plus grande aux basses fréquences qu'aux hautes fréquences.

On peut aussi produire entre la sortie et l'entrée de l'amplificateur associé à la cellule photoélectrique un couplage (capacitif) par réaction qui avantage les hautes fréquences que la cellule avait désavantagées afin de produire la compensation voulue.

715.314. Perfectionnements apportés aux procédés et dispositifs de synchronisation (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

39.590. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (5e addition au brevet n° 680.670).

Les signaux de télévision occupant toujours une bande de fréquence très large (plusieurs dizaines de kilocycles), on peut éliminer du signal de télévision transmis une étroite bande de fréquences (environ 1 % par exemple) et, dans la coupure ainsi obtenue, disposer un courant sinusoïdal de synchronisation, incorporé en quelque sorte aux signaux de télévision et transmis avec eux. Des filtres appropriés séparent à la réception les courants servant à la reproduction de l'image du courant servant à la synchronisation entre le poste émetteur et le poste récepteur de télévision.

39.593. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (6e addition au brevet n° 680.670).

Radiocommunications.

712.773. Installation d'antenne, en particulier pour des postes téléphoniques sans fil à conversation dans les deux sens (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

712.879. Perfectionnements aux chercheurs de direction radioélectriques (Société Kolster-Brandes, Angleterre).

712.902. Isolateur destiné en particulier à l'accrochage d'antennes (A. Kathrein, Allemagne).

712.949. Montage modulateur destiné aux postes émetteurs de radiophonie (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

713.091. Récepteur automatique pour signaux d'alarme ou de détresse (International marine radio company, Angleterre).

713.126. Dispositif électrodynamique servant à la transformation des oscillations électriques en vibrations acoustiques, ou inversement (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

713.127. Dispositif de lecture destiné aux organes réglables des appareils de T.S.F. (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

713.354. Appareil récepteur de T.S.F. (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

713.405. Procédé et appareils pour l'émission, la transmission d'ondes électriques par téléphonie ou télégraphie sans fil ainsi que pour la réception sans parasites (Riccardo Bruni, Italie).

713.504. Perfectionnements aux appareils de téléphonie sans fil ou analogues (Société H. et G. Lévy, France).

713.580. Perfectionnements aux systèmes de radio-signalisation (P.-C. Ricchiardi, Italie).

713.611. Récepteur de T.S.F. à réglage automatique du volume des sons (B. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

713.794. Dispositif de couplage pour agir sur le cours de la fréquence d'amplificateurs de capacité et résistance (Siemens et Halske, Allemagne).

713.930. Perfectionnements aux systèmes de transmission de T.S.F. utilisant les tubes électroniques (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

713.934. Perfectionnements aux appareils électriques de signalisation (British radiostat corporation, Angleterre).

713.979. Cohéreur (F. Kohel, Tchécoslovaquie).

39.284. Support d'écouteur et interrupteur combinés (J. Saint-Aubin, France) (1re addition au brevet n° 692.063).

39.298. Perfectionnements à la construction des postes récepteurs radiophoniques ou télégraphiques à lampes (A. Blondel, France) (2e addition au brevet n° 692.968).

39.312. Perfectionnements aux méthodes de radiocommunication (Société française radioélectrique, France) (1re addition au brevet n° 629.595).

39.315. Dispositifs pour repérer les réglages des postes récepteurs de T.S.F. (J.-L. Routin, France) (8e addition au brevet n° 677.639).

39.318. Perfectionnements aux dispositifs anti-fading (Société française radioélectrique, France) (1re addition au brevet n° 683.194).

39.320. Perfectionnements aux récepteurs de télégraphie et téléphonie sans fil (Société française radioélectrique, France) (1re addition au brevet, n° 690.565).

39.358. Capteur d'ondes (J. Arrivé, France) (1re addition au brevet n° 677.156).

39.403. Perfectionnements aux tubes électroniques (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 697.607).

39.415. Perfectionnements aux dispositifs amplificateurs à décharge électronique (John Hays Hammond, Etats-Unis) (1re addition au brevet n° 707.999).

714.125. Appareil récepteur radioélectrique à tiroirs interchangeables (L.-W. Taylor et A. Nothias, France).

714.204. Perfectionnements aux récepteurs de signaux électriques (La Radiotechnique, France).

714.216. Contact à pointe, à double effet, particulièrement applicable aux détecteurs radioélectriques à cristaux (A. Riveret, France).

714.232. Haut-parleur électromagnétique (E.-A. Huguenard, France).

714.307. Perfectionnements aux récepteurs radiophoniques et analogues (La Radiotechnique, France).

714.339. Appareil pour la transformation de vibrations mécaniques en vibrations électriques et inversement (M.-A.-J. Vivier, France).

714.399. Procédé et dispositif pour la transmission à distance de grandeurs mesurées par la méthode des impulsions (Landis et Gyr S. A., Suisse).

714.405. Oscillateur à haute fréquence (H.-E. Hollmann, Allemagne).

714.419. Perfectionnements aux appareils récepteurs radioélectriques (J. Robinson, Angleterre).

714.435. Circuit très sélectif applicable aux postes récepteurs de radiotéléphonie (Ch. Fournier et V. Simon, France).

714.538. Télé-topo indicateur (L.-G. Huot et F. Poletti, France).

714.643. Procédés réglant les circuits oscillants, de T.S.F., notamment, et appareils pour la mise en œuvre de ces procédés (F. Savoye, France).

714.657. Perfectionnements aux enroulements électriques (R.-A.-A. Couzinet, France).

714.664. Procédé de rétablissement des signes manquants en radiotélégraphie (C. Soullié, France).

BIBLIOGRAPHIE.

Les récents progrès de la désintégration artificielle des éléments par bombardement de rayons alpha, par MAURICE DE BROGLIE, membre de l'Institut. Paris, Hermann et Cie, 1931. 1 br. in-8° de 32 pages, avec 19 figures. — Prix : 5 francs.

M. L. Leprince-Ringuet publie ci-dessus (p. 238) un important résumé de cette brochure.

James Clerk Maxwell : A commemoration volume : 1831-1931. Essays by J.J. THOMSON, PLANCK, EINSTEIN, LARMOR, JEANS, GARNETT, FLEMING, LODGE, GLAZEBROOK, LAMB. Cambridge, University Press, 1931. 1 vol. in-16 de 146 pages avec deux portraits de Maxwell. — Prix : 6 shillings.

Ce volume rassemble un certain nombre de conférences prononcées à Cambridge à l'occasion du centenaire de Maxwell. Leur intérêt est double : d'une part, la biographie d'un homme de génie, la manière dont il a adapté sa vocation aux circonstances, la rapidité foudroyante de ses découvertes et le temps qu'il a perdu à des travaux sans intérêt, sont toujours une lecture attachante ; d'un autre côté, l'appréciation des travaux de Maxwell par des savants de l'ère de la mécanique ondulatoire est très intéressante pour la philosophie des sciences. Les théories de Maxwell étaient tellement brillantes et ont eu des conséquences pratiques si importantes qu'elles ont passé, après sa mort, à l'état de dogmes ; leur élargissement par Lorentz, par Planck, par Einstein, a paru à certains quasi blasphématoire. L'effet de ces bienfaisantes secousses se voit dans la façon beaucoup plus tolérante dont ont été accueillies les idées de de Broglie, pour le moins aussi révolutionnaires. Il est très instructif de voir que Maxwell lui-même avait, du caractère

hypothétique de ses explications, une vue bien plus philosophique que ses successeurs immédiats. On trouvera ailleurs dans ce numéro la traduction d'un passage qui met ce point en lumière.

P. L. C.

Leçons de chimie, par A. Travers, professeur à la faculté des sciences et directeur de l'Institut chimique de Nancy. Tome Ier : Chimie générale ; Tome II : Métalloïdes. Paris, Vuibert, 1931. 2 vol. in-8° de 176 et 213 pages. — Prix : 20 et 22 francs.

Cet ouvrage s'adresse aux élèves de mathématiques spéciales et aux étudiants des facultés des sciences. Tout en conservant à son œuvre la concision d'un cours, l'auteur s'est attaché à éveiller la curiosité du lecteur par les applications auxquelles conduisent les lois qu'il énonce. La personnalité de M. Travers le qualifiait particulièrement pour présenter un exposé d'une science à laquelle il a apporté une contribution importante.

P. M.

Le gérant :

Henri Dévé.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 11-3-32.

LES PLIS ACCIDENTÉS,

par Gaston TOURNIER,
président de l'Union marcophile.

(*Suite.*)

III. — DANS LES AIRS.

A. Les ballons montés. — Le 19 septembre 1870, en dépit de l'étendue de la ligne des forts qui protégeaient Paris, la ville fut cernée par l'armée prussienne. Dès lors, la capitale se trouvait complètement isolée du reste de la France et c'est en vain que, les 20 et 21, de courageux facteurs, porteurs de sacs de dépêches, essayèrent de franchir les lignes ennemies.

Cette absence totale de courrier devint vite tragique. Aussi, après avoir passé en revue les différents moyens de communication susceptibles d'être adoptés en pareilles circonstances, se décida-t-on finalement, à l'exemple de la ville de Metz, à recourir aux ballons (1).

C'est ainsi que, le 23 septembre 1870, le ballon le *Neptune*, qui, sur la place Saint-Pierre, à Montmartre, attendait le moment d'exécuter des ascensions captives, fut chargé de porter au dehors le courrier de la capitale investie. A 8 heures du matin, conduit par l'expérimenté Duruof, l'aérostat quittait Paris, emportant

---

1. Lorsque, le 16 août 1870, la ville de Metz fut investie, le maréchal Bazaine, pour communiquer avec le gouvernement et avec le pays, utilisa des ballons, en papier ou en soie, de faibles dimensions (de 1 à 5 mètres de diamètre). A ces ballons, gonflés au gaz d'éclairage ordinaire, était attaché un paquet constitué par de petits bouts de papier connus aujourd'hui sous le nom de « papillons de Metz ». La personne qui trouvait le ballonnet devait, contre récompense de 100 francs, remettre le courrier au bureau de poste le plus proche. Il fut lancé trente et un de ces ballons. Le dernier départ eut lieu le 3 octobre 1870.

deux sacs de dépêches d'un poids total de 125 kilos (1). La poste aérienne était née !

Devant le succès de cet essai, M. Rampont (2) faisait, dès le 26 septembre, rendre deux décrets : le premier autorisant l'administration postale à expédier, par la voie d'aérostats *montés*, les lettres ordinaires, le second autorisant ladite administration à transporter des « cartes-poste » par la voie d'aérostats *non montés* (3).

Du 23 septembre 1870 au 28 janvier 1871, soixante-sept aérostats quittèrent la capitale. Sur ce nombre, cinquante-cinq transportèrent officiellement des sacs de correspondance.

Poussés par des vents plus ou moins favorables, ces ballons atterrirent un peu au hasard, dans toutes les directions, voire dans tous les pays (4). Mais la chance, le plus souvent, favorisa les hardis aéronautes puisque, si quelques ballons, tombés ou descendus dans les lignes prussiennes ou en pays ennemis, eurent leur courrier confisqué, deux aérostats seulement connurent une fin tragique : le *Jacquard* et le *Richard Wallace*.

Mais auparavant, un autre voyage aérien avait failli se terminer également tragiquement : nous voulons parler de l'expédition de la *Ville d'Orléans*.

Parti le 24 novembre 1870, à 10h40 du soir, le ballon la *Ville d'Orléans*, piloté par l'ingénieur Rolier accompagné d'un passager M. Bézier, emportait, outre six pigeons, quatre sacs de dépêches d'un poids total de 250 kilos. Poussé vers le nord par un vent violent, le ballon entra dans un épais brouillard et les aéronautes

---

1. Ce ballon atterrit le même jour, à 11 heures, à Cracouville, près d'Evreux.

2. M. Rampont, ancien député de l'Yonne, avait été nommé directeur général des postes par décret du 9 septembre 1870, en remplacement de M. Vandal, démissionnaire. Un mois plus tard (12 octobre), il devait à son tour être remplacé par M. Steenackers.

3. Il n'y eut, en réalité, qu'un seul lancement de ballon non-monté, le 30 septembre 1870. L'aérostat étant tombé dans les lignes ennemies, à 2 kilomètres de son point de départ, on renonça à ce mode de transport, vraiment trop incertain.

4. Notamment en Belgique, en Hollande, en Norvège, en Angleterre, même en Bavière, en Allemagne et en Prusse !

durent, le lendemain matin, sacrifier un sac de dépêches pour éviter une chute dans la mer. Après mille péripéties, les voyageurs parvinrent à sauter de la nacelle tandis que l'aérostat allait tomber, 100 kilomètres plus loin, sur une montagne de Norvège. Le sac de dépêches jeté à la mer fut repêché peu après par un navire norvégien et renvoyé en France par l'entremise de notre agent consulaire à Mandal ; les trois autres sacs, restés à bord du ballon, furent dirigés sur Christiania, puis sur la France via Londres.

Les plis transportés par la *Ville d'Orléans* portent les dates de départ des 21, 22 (fig. 5), 23 et 24 novembre 1870. Certaines

Fig. 5. (*Coll. de l'auteur.*)

lettres, par suite de leur séjour dans l'eau de mer, sont dépourvues des timbres qui les affranchissaient. Aussi ces lettres furent-elles souvent, frappées, en cours de manipulation, de la griffe P. P., en noir ou en rouge, initiales indiquant, comme on le sait, que le port a été régulièrement acquitté et qu'il n'y a pas lieu, par conséquent, de taxer l'envoi.

L'étude des dates d'arrivée des plis transportés par la *Ville d'Orléans* est assez complexe. Certaines lettres, adressées à des militaires ou à destination de départements non envahis, ne portent pas, en effet, de cachet d'arrivée, tandis que les dates relevées sur les autres plis sont très variables, puisqu'elles vont du 2 au 24

décembre. Les 10, 11, 12 et 13 décembre sont cependant les dates les plus communes.

Comment, d'autre part, distinguer les plis provenant du sac recueilli en mer des plis trouvés à bord de l'aérostat ? En l'absence de cachets norvégiens susceptibles de nous guider dans nos recherches (tous les sacs ayant été réexpédiés sans avoir été ouverts), il nous paraît difficile de répondre avec précision. D'après M. François, grand historiographe des correspondances par ballons montés du siège de Paris, les plis portant des cachets d'arrivée compris entre les 2 et 13 décembre proviendraient des sacs restés à bord du ballon et rapatriés par la voie de Londres, tandis que ceux qui portent des cachets de départ des 23 et 24 novembre et des cachets d'arrivée des 22, 23 ou 24 décembre auraient fait partie du sac naufragé. Nous avouons ne pas partager entièrement cette opinion, car nous avons vu plusieurs plis présentant les traces évidentes d'un séjour dans l'eau de mer porter, sinon d'autres dates de départ, du moins des dates d'arrivée beaucoup plus récentes (1).

---

1. Voici quelques dates de départ et d'arrivée que nous avons relevées sur des plis appartenant aux collections Amici, Gilbert, Kastler et Tournier :

Date de départ de Paris.	Date d'arrivée.		Lettre avec ou sans timbres.
21 novembre	Château-Gontier	9 déc.	Avec timbre.
—	Amsterdam	13 —	—
—	Fécamp	13 —	—
22 novembre	Granville	10 déc.	—
—	Londres	11 —	—
—	Amsterdam	13 —	—
—	Azille (Aube)	13 —	—
23 novembre	Londres	2 —	Timbre perdu.
—	Amsterdam	6 —	—
—	Bourges	6 —	Avec timbre.
—	Chalon	11 —	Timbre perdu.
—	Limoges	11 —	—
—	Espagne	14 —	Avec timbre.
—	Mont-de-Marsan	21 —	—
—	Saint-Nazaire	23 —	Timbre perdu.
24 novembre	Bruxelles	3 déc.	Timbre perdu.
—	Dinard	11 —	Avec timbre.
—	Lille	13 —	Avec timbre.
—	Popperswyl (Suisse)	13 déc.	Timbre perdu.
—	La Rochelle	21 —	—

Comme on le voit d'après ces quelques exemples, il est bien difficile d'établir une règle générale quelconque.

Ces détails n'ont d'ailleurs d'importance que pour les spécialistes, puisqu'en réalité la totalité du courrier transporté par ce ballon a été, d'une façon ou d'une autre, accidentée. L'important, c'est d'avoir l'assurance que la dépêche que l'on possède a bien voyagé par la *Ville d'Orléans*, et cette certitude on l'acquerra si le pli porte, ainsi que nous l'avons vu, un cachet de départ de Paris des 21, 22, 23 ou 24 novembre 1870, le ballon ayant précédemment transporté du courrier étant l'*Archimède*, qui quitta la capitale le 21 novembre à 1 heure du matin et le ballon ayant suivi la *Ville d'Orléans* étant le *Jacquard*.

Le *Jacquard*, parti le 28 novembre 1870 à 11 heures du soir, était conduit par Alexandre Prince, matelot dépendant du port de Toulon. Il emportait 250 kilos de dépêches datées des 25, 26, 27 et 28 novembre. Poussé vers les côtes d'Angleterre, ce ballon se perdit corps et biens dans la Manche. Quelques jours plus tard on repêcha, près de Plymouth, un sac de dépêches provenant de cet aérostat. Ces plis furent frappés du timbre à date de Falmouth des 2 ou 3 décembre, puis expédiés à leurs destinataires (1). Par suite de leur séjour dans l'eau de mer, ces lettres sont dépourvues de timbres-poste (2).

Le *Richard Wallace*, qui connut aussi une fin tragique, fut l'avant-dernier ballon expédié durant le siège de Paris. Monté par

---

Date de départ de Paris.	Date d'arrivée.		Lettre avec ou sans timbres.
24 novembre	Tarn-et-Gar.	22 déc.	Avec timbre.
—	Bruxelles	23 —	—
—	—	26 —	—

(Cette dernière date d'arrivée doit être accidentelle.)

1. Exceptionnellement, certains plis ne possèdent pas le cachet de Falmouth. L'identification est alors possible à l'aide des cachets de départ et d'arrivée.

2. Voici quelques dates que nous avons relevées :

Paris, 25 novembre; Grésy sur-Isère (Savoie), 11 décembre (coll. Tournier);
Paris, 25 novembre ; Pau, 12 décembre (coll. Amici) : *Gazette* n° 10 ;
Paris, 25 novembre ; Lille, 6 décembre (coll. Gilbert) ;
Paris, 28 novembre ; St-Malo, 6 décembre (coll. François).

le soldat Emile Lacaze, il partit le 27 janvier 1871 à 3h30 du matin, emportant 220 kilos de dépêches, en quatre sacs et trois pigeons. Après avoir été aperçu, vers les 2 heures de l'après-midi, aux environs de Niort et, deux heures plus tard, au dessus de la Rochelle, l'aérostat, poussé par un vent violent, disparut au dessus de l'océan. On ne devait plus jamais recevoir de ses nouvelles.

Deux semaines plus tard, on repêcha quelques paquets de correspondances qui constituent aujourd'hui autant de précieux documents. Ces correspondances furent retrouvées soit en mer (le 3 février), soit à la pointe de la Tremblade (le 11 février), soit sur différents points de la côte : St-Denis d'Oléron, St-Pierre d'Oléron, la Flotte (île de Ré), St-Gilles-sur-Vie, les Sables d'Olonne. Ces plis sont tous dépourvus de figurines postales, lesquelles se trouvèrent décollées par le séjour dans l'eau. Ils portent parfois le timbre à date du bureau réexpéditeur ; mais le plus souvent cette empreinte est absente. Certains sont revêtus de la griffe P.P., frappée en rouge ou en noir. Les lettres expédiées par le *Richard-Wallace* portent les dates de départ des 24, 25 et 26 janvier 1871 et des dates d'arrivée comprises entre les 16 et 25 février (1). Exceptionnellement, ainsi que le signale M. François, des épaves, recueillies beaucoup plus tard, reçurent des cachets d'arrivée portant des dates bien plus éloignées, telle une lettre du 26 janvier arrivée à Trouville le 14 avril 1871.

---

1. Voici quelques dates relevées sur des pièces des collections Amici, François et Kastler :

Paris, Rue St-Lazare, 7e 24-1-71 ; Trouville, 18-2-71 ;

Paris, R. d'Antin, 6e 25-1-71 ; Cherbourg, 21-2-71 ;

Paris, Pl. de la Madeleine, 6e 25-1-71 ; Trouville, 22-2-71 (*Gazette des absents* no 31 ; P.P. en noir) ;

Paris, Pl. de la Madeleine, 6e 26-1-71 ; Bruxelles, 22-2-71 (*Gazette des absents* no 32 ; P.P. en noir) ;

Paris, R. Bonaparte, 24-1-71 ; la Tremblade (16), 13-1-71 ; arrivée à Châlon-sur-Saône 4e 16-2-71 ;

Paris, R. Bonaparte, 5e 26-1-71 ; la Rochelle (16) 12-2-71 ; arrivée à Châlon-sur-Saône 15-2-71.

Nous avons également vu un pli, daté de Paris 24 janvier, portant la griffe P.P. en noir et l'inscription manuscrite suivante :

Tombé dans l'océan.
Trouvé sur la côte de St Gilles.

Ce pli n'a pas de timbre à date d'arrivée.

Il convient également de considérer comme accidentées les lettres en provenance d'un des sacs transportés par le *Daguerre*. Parti le 12 novembre 1870 à 9h15 du matin, ce ballon atterrit quelques heures plus tard près de Ferrières (Seine-et-Marne). L'équipage, l'aérostat et les sacs de dépêches tombèrent aux mains des Prussiens, à l'exception d'un sac qui, jeté par dessus bord, avait été recueilli par un garde du bois de Ferrières. Les lettres provenant de ce sac portent des timbres à date de départ des 10 ou 11 novembre et des timbres à date d'arrivée du 27 au 30 novembre. Par contre, les plis appartenant à des sacs capturés par les Prussiens, mis dans le commerce après la guerre, ne possèdent aucun cachet d'arrivée.

B. Les avions. — Vouloir faire l'historique des aérogrammes accidentés, c'est retracer l'histoire de l'aviation postale, car la plupart des raids qui préparèrent l'organisation des grandes lignes commerciales eurent un courrier spécial. C'est Paris—Niamey, Paris—Dakar, Paris—Angora, Paris—Téhéran, Paris—Pékin, Paris—Bassora, Paris—Omsk, Paris—Bender-Abbas, Paris—Tananarive, Paris—Buenos-Aires, Paris—Saïgon ou Hanoï, Paris—New-York, Istres—Pondichéry, Paris—Tokio, cent autres héroïques randonnées au cours desquelles les couleurs françaises sillonnèrent tous les ciels. Mais, hélas ! combien de ces téméraires équipées devaient se terminer en catastrophes ! Si quelques pilotes, tels que Pelletier-Doisy, Coste, Bellonte, Doret, Paris, Mermoz, Goulette, Réginensi, eurent la chance de se tirer de façon heureuse d'accidents parfois fort graves, combien, par contre, payèrent de leur vie leur foi en ce moderne moyen de transport. Leur sacrifice, cependant, n'aura pas été vain, puisque c'est grâce à des Nungesser, à des Coli, à des le Brix, à des Négrin, à des Lassalle, à bien d'autres, peut-être moins populaires mais non moins valeureux, que l'aviation postale est parvenue, en dix ans, à un tel développement.

Si l'on considère, d'autre part, le nombre d'appareils qui, journellement, sillonnent les grandes routes aériennes, on se rendra compte que la proportion des accidents devient de plus en plus

faible. C'est ainsi que sur l'ensemble du réseau aérien français on n'enregistre pas annuellement plus de trois ou quatre accidents graves.

Le plus souvent, les sacs de dépêches n'ont d'ailleurs pas à souffrir réellement de ces accidents qui, au point de vue postal, se traduisent par un léger retard dans la distribution. Cependant, lorsque par suite d'un incendie ou d'une immersion les plis ont été roussis, brûlés, décollés ou salis, l'application d'une mention spéciale devient alors nécessaire avant de remettre les « rescapés » dans le service. Il en est de même lorsque l'accident a occasionné un trop long retard dans la transmission du courrier.

Voici d'ailleurs la liste chronologique, aussi complète que possible, des aérogrammes français accidentés, ainsi que la reproduction des mentions spéciales relevées sur chacun d'eux. On remarquera que la plus grande fantaisie préside à la rédaction de ces renseignements, l'administration n'ayant encore rendu règlementaires ni formules, ni griffes.

Le 25 juillet 1922, à Guadix (province de Grenade), un avion assurant le service entre Casablanca et Toulouse fait explosion et s'abat en flammes sur le sol. Le pilote et les deux passagers sont carbonisés. Les plis sauvés de la catastrophe portent cette mention manuscrite :

Lettre détériorée, accident d'avion
27/7 1922.

Le 11 janvier 1924, l'avion de la Cie Aéropostale, chargé d'assurer le transport du courrier aérien entre l'Afrique du nord et la France, est victime d'un accident qui motive l'apposition, sur les plis, de la griffe suivante, sur quatre lignes :

Correspondance Avion
retardée et détériorée
par suite de l'accident aérien
survenu le 11-1-1924.

Le 6 novembre 1924, l'avion assurant le service entre Perpignan et Marseille s'abat en flammes à Cabrerolles (Hérault). Le pilote, Georges Payers, meurt carbonisé. Les quelques lettres sauvées de la catastrophe furent réparées à Laurens, village dont le bureau de poste dessert Cabrerolles. Outre le timbre à date de ce

bureau (7-11-24), les plis portent, au verso, la mention manuscrite :

Détériorée au cours d'un accident.
L'inspecteur.

Le 18 décembre 1924, l'avion de la Cie Aéropostale venant de Rabat tombe en mer. Le courrier, récupéré, est en partie réparé par le bureau des rebuts de la Seine et réexpédié le 22 décembre. Les plis portent seulement la mention manuscrite :

Avion tombé en mer.

Le 9 février 1925, au cours du raid Paris—Tchad, l'avion *Jean Casale* est détruit à Niamey (Niger). Parti de Paris le 18 jan-

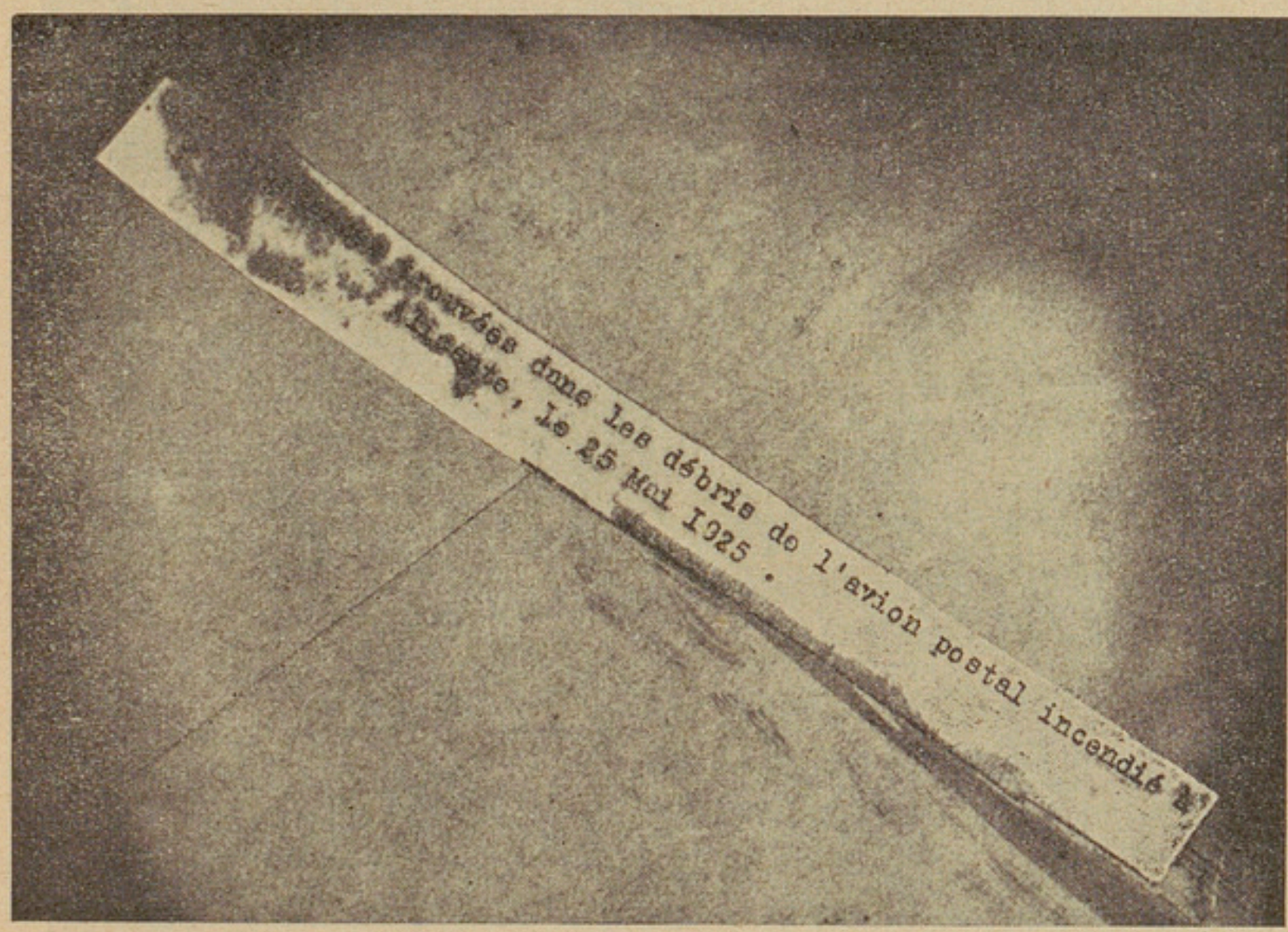


Fig. 6. (*Coll. de l'auteur.*)

vier, en compagnie de l'avion *Roland Garros* (mission de Goys-Pelletier Doisy), le *Jean Casale* transportait vingt plis, tous oblitérés rue de Grenelle, le 9 janvier. Réexpédiés par la voie ordinaire, ils atteignirent Zinder le 10 février.

Le 25 mai 1925, l'avion postal de l'Afrique du nord tombe à Alicante. Le courrier est en majeure partie détruit au cours de l'incendie qui se déclare aussitôt après l'accident. Les quelques plis sauvés furent dirigés sur Toulouse où, après avoir été agrémentés d'un papillon expliquant les causes de leur mauvais état, ils furent

réexpédiés dans une enveloppe de service oblitérée de Toulouse 3-6-1925 (fig. 6).

Le 23 juillet 1925, un avion de la Cie Aéropostale de la ligne

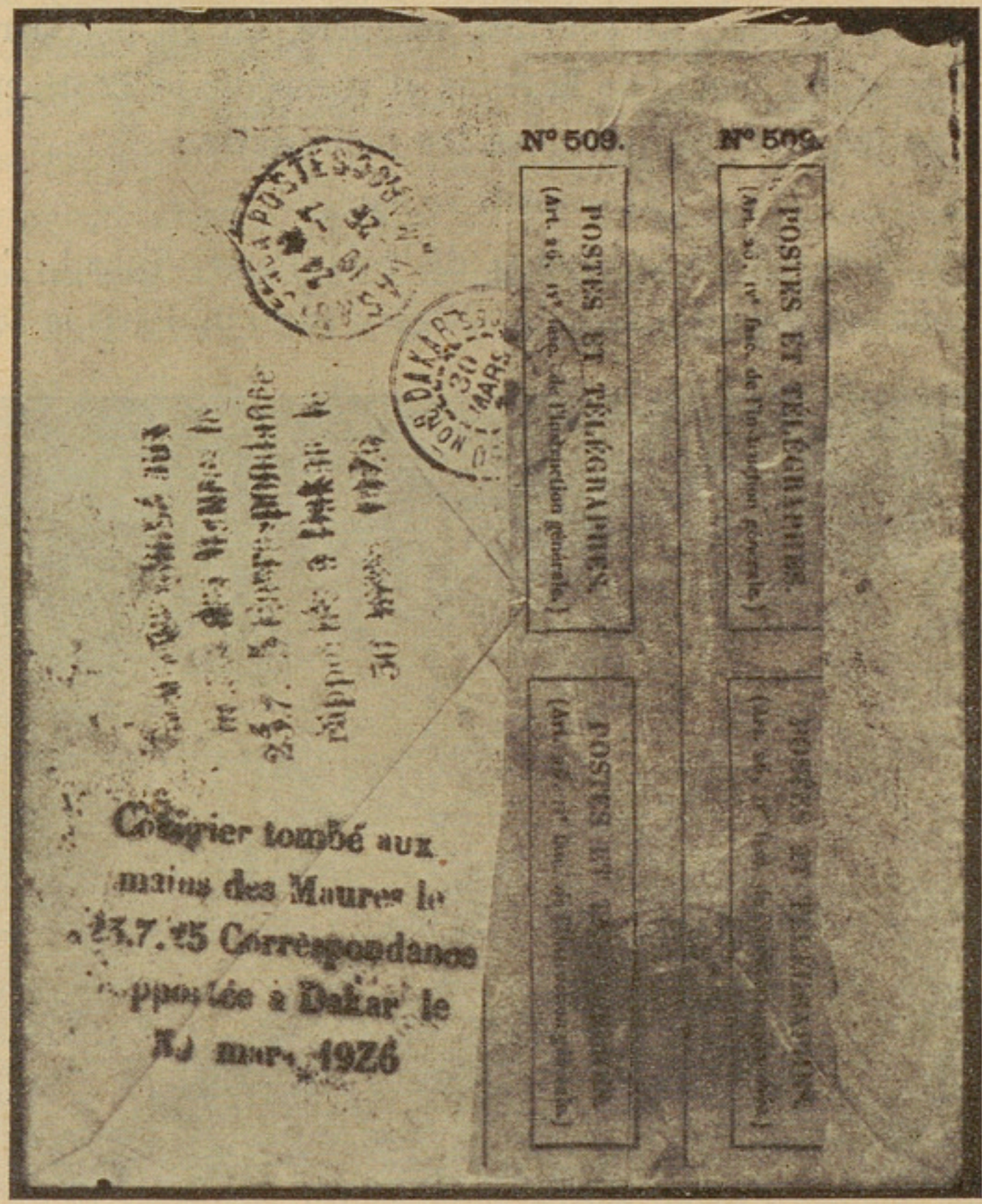


Fig. 7. (*Coll. de l'auteur.*)

Toulouse—Dakar, à la suite d'une panne, atterrissait en pleine brousse. Les Maures s'étant emparés du courrier, ce n'est que huit mois plus tard que l'on parvint à sauver quelques lettres. Ces plis, expédiés à Dakar, furent remis dans le service après avoir été frappés, en bleu foncé, d'une griffe sur cinq lignes (fig. 7) :

Courrier tombé aux
mains des Maures le
23.7.25 Correspondance
rapportée à Dakar le
30 mars 19Z6

Vers le 10 septembre 1925, l'avion reliant la France à l'Afrique du nord tombe en mer, et les lettres, démunies de leurs timbres-poste, reçurent, vraisemblablement à Rabat, une petite griffe frappée en violet :

ACCIDENT D'AVION

Le 11 décembre 1925, l'hydravion nº 53 accrochait la coupole d'un édifice, à Alicante. Précipité sur le sol, l'appareil prit feu. Le courrier, provenant de l'Afrique du nord, fut en partie détruit.

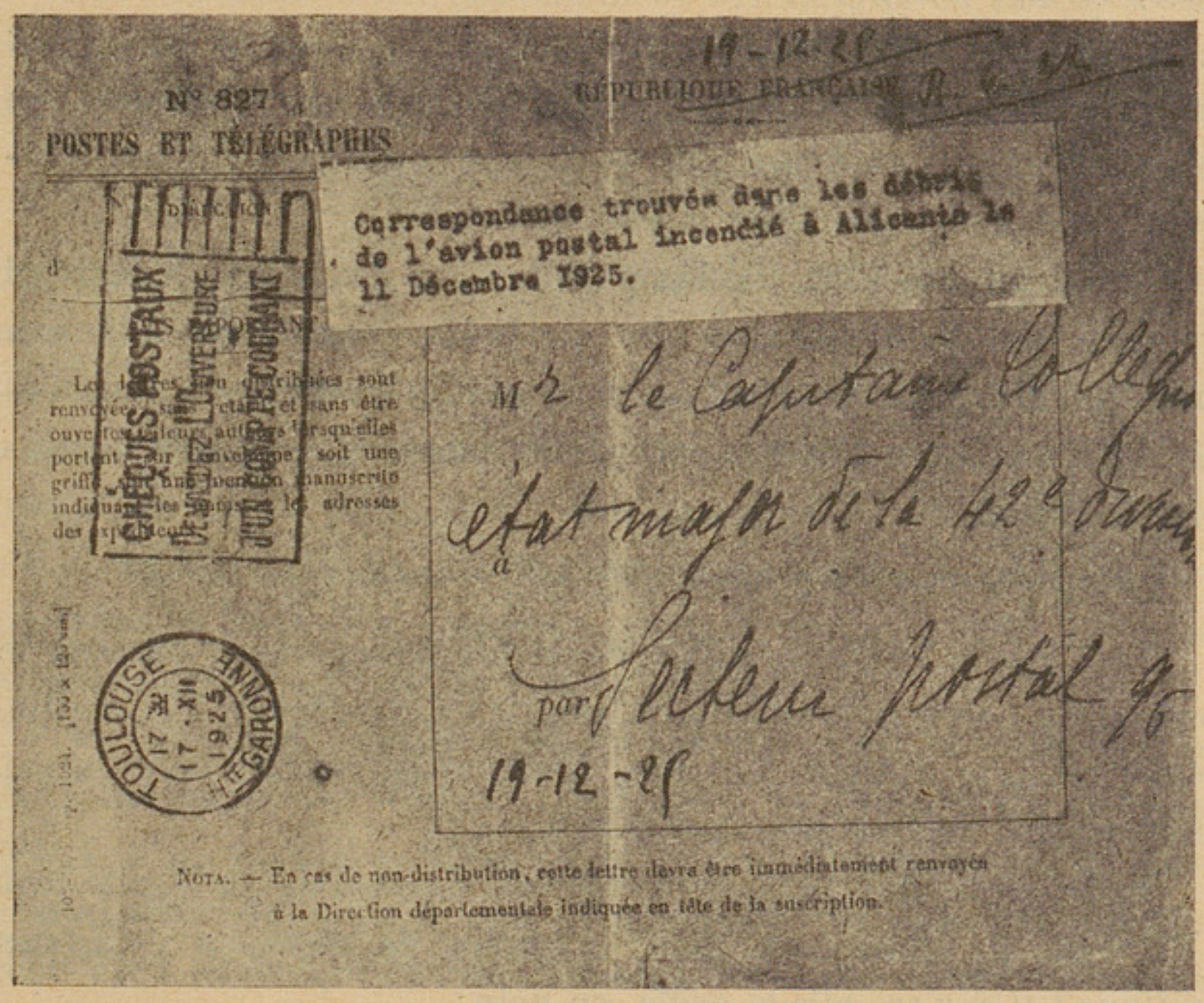


Fig. 8. (*Coll. de l'auteur.*)

Les plis qui purent être sauvés furent réexpédiés sous enveloppes de service nº 819 ou 827 portant, d'une part l'oblitération mécanique double de Toulouse-Chèques postaux et d'autre part une étiquette polycopiée dont il existe plusieurs types, savoir :

Etiquette du type 1 (fig. 8) : 2e ligne se terminant par « le » ; 3e ligne commençant par le chiffre 11 (date : Toulouse, 17-XII-1925) ;

Etiquette du type 2 : 1re ligne en retrait ; 2e ligne se terminant

par « Alicante » ; 3e ligne commençant par « le » (date : Toulouse, 17-XII-1925) ; ce type paraît être le plus commun ;

Etiquette du type 3 : Même disposition que le type 2, mais le mot « décembre » commence par un *d* minuscule ; un trait après la troisième ligne (date : Toulouse, 22-XII-1925) ;

Etiquette du type 4 : 1re ligne en retrait ; 2e ligne se terminant par « le » ; 3e ligne commençant par le chiffre 11 et « décembre » avec un d minuscule ; un trait après la troisième ligne (date : Toulouse, 18-XII-1925).

Le 25 mai 1926, Pelletier Doisy, d'un seul coup d'aile, atteint Varsovie. Mais une avarie à l'appareil l'oblige à interrompre son vol vers Pékin. Les douze plis qu'il transportait furent, de Varsovie, expédiés à Pékin par la voie ordinaire.

Le 19 octobre 1926, l'avion postal qui se dirige vers le Sénégal tombe en zone dissidente et ce n'est que le 10 décembre que le bureau territorial d'Agadir parvient à récupérer ce courrier. Un de ces plis, fermé à l'aide d'une bande no 509, porte l'inscription manuscrite suivante :

Rapportée ouverte d'un avion tombé en zone dissidente le 19/10/26.

Le 25 juin 1927, un avion de la Cie Aéropostale, portant le courrier du Salon international d'aviation qui se tenait à Marseille, tombe en rade d'Alger. Les plis, quoique défraîchis, ne reçurent l'empreinte d'aucune griffe spéciale.

Le 24 septembre 1927, le courrier du Maroc daté du 21 parvient à Marseille en piètre état. Aussi le bureau de Marseille St-Charles applique-t-il sur ces plis la griffe, en noir :

ACCIDENT D'AVION

griffe jugée insuffisante puisque l'on crut devoir ajouter à la main :

L.R. parvenue en mauvais état par suite d'accident.

Le 26 décembre 1927, l'avion assurant le service postal entre la France et l'Afrique du nord prend feu et tombe à la mer, près d'Almeria (Espagne). Le courrier, après avoir été repêché, fut dirigé sur Rabat où il reçut, en vert, l'empreinte de la griffe :

ACCIDENT DE SERVICE

Le courrier de Mauritanie daté du 9 décembre 1927 n'arrive à Marseille que le 28 décembre, par suite de l'accident survenu à l'avion qui le transportait, ainsi qu'en témoigne cette inscription manuscrite :

Lettre parvenue à Marseille brûlée, accident d'avion
Le 28/12/27.

mention accompagnée, en rouge, de la grande griffe

CONTROLE

Au dos d'une lettre provenant de l'Amérique du sud et à destination de Noisy-le-Sec, figure, à côté du timbre à date de Bordeaux-Gare St-Jean, 13-2-28, la griffe sur deux lignes :

ACCIDENT DE SERVICE
FIGURINE DÉCOLLÉE

expliquant, en partie, les motifs pour lesquels le pli se trouve être en si mauvais état.

Le 8 mai 1928, Pelletier Doisy, Gonin et Carol prennent leur vol pour Tokio. Arrivés à Calcutta le 14 mai, les aviateurs repartent le lendemain pour Akyab (Birmanie) où, le 16 mai, leur raid prend fin, l'appareil ayant été complètement détruit au cours d'un atterrissage forcé. Le courrier, composé seulement de 121 plis, fut acheminé ensuite par la voie ordinaire.

Le 22 juillet 1928, à 17h5, le lieutenant pilote de la marine Paris quitte Brest, pilotant l'hydravion la *Frégate*, en direction des Açores, première étape de la liaison commerciale France—Etats-Unis. Son voyage doit se poursuivre par les Bermudes et New-York. Mais après avoir franchi, à la vitesse de 160 kilomètres à l'heure, les 2.080 kilomètres séparant Brest de Horta, la *Frégate* ne va pas plus loin. Cet hydravion transportait seulement vingt-cinq plis qui portent les cachets de départ (22 juillet) et d'arrivée (23 juillet), ainsi qu'une note manuscrite indiquant que ces plis ont fait partie du courrier transporté par le lieutenant Paris.

Le 3 août 1928, les aviateurs polonais Idzikowski et Kubala s'envolent du Bourget avec l'intention de gagner New-York. Mais ce nouvel essai de traversée de l'Atlantique est malheureux, car le lendemain les aviateurs tombent à la mer. L'équipage put cependant être sauvé, ainsi que les dix plis qu'il transportait. Ces

plis portent le cachet de départ : Bourget-Aviation, mais ni cachet d'arrivée ni griffe spéciale.

Le 13 septembre 1928, au large de l'Irlande, le lieutenant Demougeot, sur son hydravion, est catapulté de l'*Ile de France*. Par suite du mauvais fonctionnement de la magnéto, l'appareil doit amérir et un bateau de pêche recueille le pilote et le courrier. Ce dernier, parvenu au Bourget le 15 septembre 1928, ne porte aucune griffe spéciale.

Le 4 octobre 1928, vers 18 heures, l'avion reliant Casablanca

Fig. 9. (*Coll. de l'auteur.*)

à Toulouse, pris dans le brouillard, se fracasse en plein vol contre une montagne, non loin de Gérona (Espagne), à environ 100 kilomètres de Barcelone. Le pilote Marsac et les deux passagers sont carbonisés. Les lettres, en partie détruites par le feu, reçurent en noir cette griffe sur deux lignes (fig. 9) :

ENVELOPPE DÉTÉRIORÉE
ACCIDENT D'AVION

Quant aux plis en trop mauvais état, ils furent réexpédiés dans

une enveloppe de service (modèle 819) portant la mention suivante, *imprimée* en rouge :

LETTRE PAR AVION

dont l'enveloppe primitive
a été accidentellement détruite

(Exécution de l'art. 26, fasc. 4 L. G.)

Nous avons notamment vu cette enveloppe datée de Perpignan, 10-10-28 ou 16-10-28.

Dans la nuit du 15 décembre 1928, l'avion transportant le courrier de l'A.O.F. et de l'Amérique du sud, gêné par la brume, se brise, près de Barcelone, au cours d'un atterrissage forcé. Par suite de l'imprudence de curieux, accourus sur le lieu de l'accident avec des lampes à acétylène, l'appareil prend feu et est détruit. Sur 180 kilos de courrier, environ 40 sont complètement brûlés. Les autres plis, détériorés par le feu et par l'eau, reçurent, à Toulouse, soit l'empreinte d'une griffe, soit une étiquette polycopiée. La griffe passe-partout, sur quatre lignes, apposée en noir ou en violet par la direction régionale des P.T.T. à Toulouse, indique :

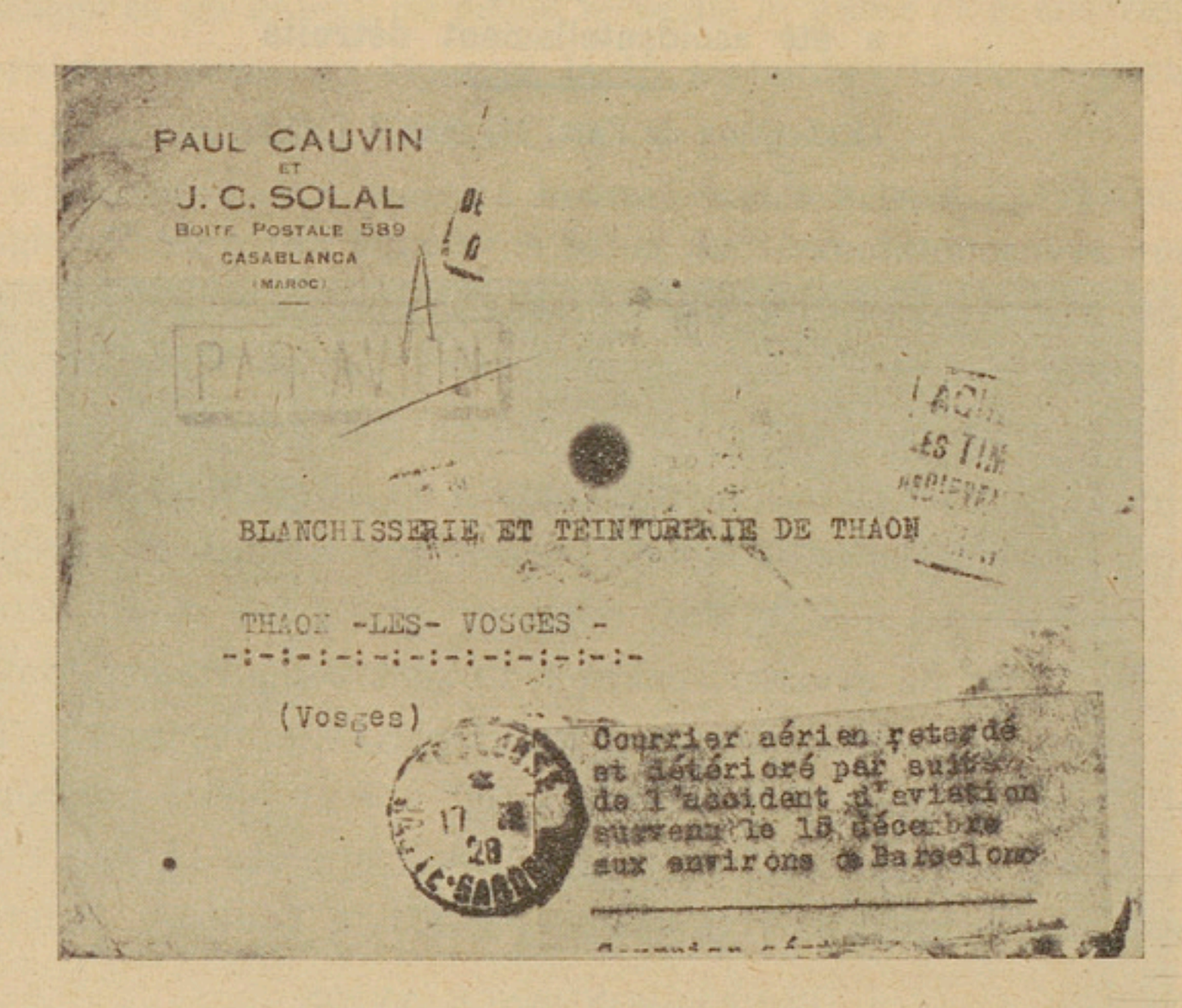
CORRESPONDANCE AVION
retardée et détériorée
par suite de l'accident aérien
survenu le _____

La date (15-12-1928) est indiquée à la plume ou à l'aide d'un timbre dateur. Quant à l'étiquette polycopiée (fig. 10), composée sur cinq lignes, elle porte en noir :

Courrier aérien retardé
et détérioré par suite
de l'accident d'aviation
survenu le 15 décembre
aux environs de Barcelone

Le 19 février 1929, à 17h55, l'avion *Dragon d'Annam*, piloté par Coste, Codos et Bellonte, quitte le Bourget pour tenter la liaison Paris—Hanoï. Mais, quelques instants plus tard, à la suite d'une panne d'essence, l'avion se brise à Bondy. Le *Dragon d'Annam*

emportait un important courrier, puisque le sac de dépêches, qui pesait 52 kilos, comprenait environ 12.000 plis, un film cinématographique et quelques journaux. Toutes les lettres avaient été centralisées au bureau de tri de Paris Gare P.L.M., chargé d'oblitérer les affranchissements à l'aide du timbre spécial : « Poste aérienne



(*Coll. de l'auteur.*)

Fig. 10.

France—Indo-Chine 18 19-2-29 ». En conséquence, les bureaux de transit avaient été invités à apposer sur les plis (mais non sur les timbres) le timbre indiquant la date du dépôt, puis à acheminer les dépêches sur ledit bureau de Paris Gare P.L.M. Or, en dépit de ces ordres, 542 plis arrivèrent au bureau de tri avec les timbres oblitérés. Pour réparer cette erreur et éviter ainsi des réclamations, l'administration décida de supprimer l'affranchissement primitif de ces plis en faisant apposer à la main, sur les timbres, la griffe « ANNULÉ ». Puis, après avoir affranchi de nouveau chaque pli, on oblitéra ce second affranchissement à l'aide du timbre spécial : « Poste aérienne France—Indo-Chine ». Deux jours plus tard, le beau voyage s'étant transformé en catastrophe, les plis

étaient renvoyés aux expéditeurs après avoir été frappés, en violet, de la griffe suivante (fig. 11) :

RAID INTERROMPU
PAR ACCIDENT
Retour à l'envoyeur.

C'est également le 19 février 1929 que l'avion Marseille—Indo-Chine, piloté par Paillard, le Brix et Jousse, part de l'aérodrome d'Istres pour atteindre Saïgon. Mais, le 26, il fait, dans le golfe de Martaban, sur la cote birmane, un atterrissage forcé au cours

Fig. 11. (*Cliché Catal. Champion.*)

duquel il capote et est détruit. Le Brix et Jousse sont blessés. Le courrier, qui comprenait 30 kilos de lettres, porte, lui aussi, le timbre spécial : « Poste Aérienne France—Indo-Chine », mais avec la date du 18-2-29. Arrivé à Saïgon le 9 mars, il fut revêtu du cachet : « Saïgon-Central Cochinchine 9-3-1929 ». En outre, un petit nombre de plis fut frappé, en noir, du cachet encadré (fig. 12) :

COURRIER ACCIDENTÉ [1].

En juin 1929, les capitaines Coudouret et Mailloux font le projet de relier l'Europe aux Etats-Unis en partant de Séville sur leur avion *France*. Mais, au dernier moment, l'autorisation ne leur

1. Quelques lettres, prêtes pour le voyage de retour, ont été également munies par erreur, à Saïgon, de cette griffe.

ayant pas été accordée par le ministère de l'air, ils rentrent en France. Or, près d'Angoulême, l'avion s'abat, prend feu et le capitaine Coudouret est carbonisé. Les aviateurs rapportaient avec eux le courrier qui leur avait été confié à Séville pour la traversée, courrier qui fut en partie détruit dans l'accident. Ces plis portent

Fig. 12. (*Coll. de l'auteur.*)

un cachet privé indiquant : « Séville—New-York. Avion France. Première liaison aérienne sans escale Europe—Etats-Unis. Capitaines Coudouret, Mailloux ». L'oblitération postale porte : Correo Aereo 24 Jun. 294 T. Sévilla ». Aucune griffe ou inscription ne vient rappeler la catastrophe.

Par suite d'un accident, l'avion parti de Dakar à la date du 10 août 1929 ayant été contraint d'atterrir dans la zone de Tiznit, les correspondances qu'il transportait furent ouvertes et en partie détruites par les Maures. Le courrier détérioré ayant pu être, par la suite, restitué au service postal, les plis furent réexpédiés, le 17 septembre, par le service postal de Toulouse après avoir été frappés, en noir, en bleu ou en violet, d'une griffe sur deux lignes et encadrée portant (fig. 13) :

Correspondance aérienne
ouverte en « Mauritanie »

Ce courrier comprenait les lettres en provenance de la République Argentine, du Chili, du Paraguay et de l'Uruguay pendant la période du 13 juillet au 2 août, ainsi que les correspondances du Sénégal et du Soudan français portant les dates de départ des 7 et 8 août.

Le 12 septembre 1929, l'avion piloté par Goret, assurant le service postal entre Casablanca et Toulouse, tombait en mer à

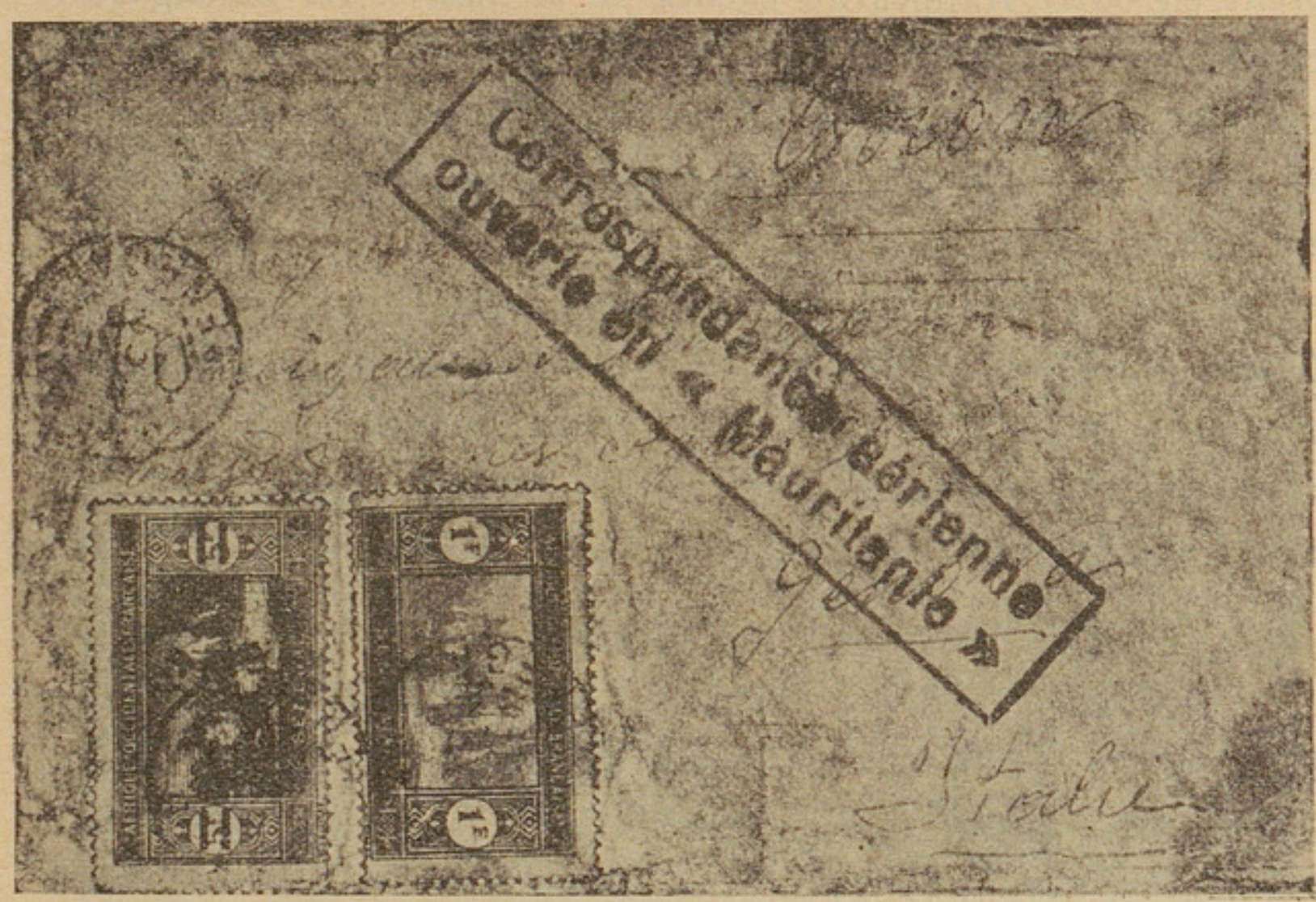


Fig. 13. (*Coll de l'auteur.*)

25 kilomètres de Taragone (Espagne). L'équipage et le courrier ayant été sauvés, les plis reçurent, en noir, la griffe sur deux lignes :

ACCIDENT D'AVION
EN MER

Le 10 octobre 1929, l'hydravion de la ligne Marseille—Tunis capote au départ d'Ajaccio et le courrier, immergé durant plusieurs heures, subit de sérieuses avaries. Aussi, le 12 octobre, à leur arrivée à Tunis, les lettres sont-elles frappées de la griffe :

Mouillé par accident

Le 30 novembre 1929, l'avion de la ligne Toulouse—Casa-

blanca tombe à Malaga (1). Sur une enveloppe de service de l'administration des P.T.T. ayant servi comme enveloppe de retour, on lit :

Avion accidenté du 30-11-1929

Le 2 décembre 1929, la mission Goulette emporte vers Madagascar les plis qui avaient été centralisés à la mairie de Sainte-Marie de la Réunion. Ces plis, oblitérés du 28 au 30 novembre, furent en outre frappés du cachet de la mairie. De Madagascar, ce courrier partit, le 8 décembre, pour la France ; mais l'avion fut contraint d'atterrir dans l'îlot de San Juan de Nova. Les plis, dès lors acheminés par la voie maritime, parvinrent en France le 9 janvier 1930.

Partie du Bourget le 14 décembre 1929, la mission Lassalle, Rebard et Faltot, en tentant de relier Paris à Saïgon, trouve la mort dans les dunes de sable de la Tripolitaine (2). Huit jours plus tard, l'aviation italienne retrouvait les cadavres et les restes de l'avion. Le courrier, dirigé sur Marseille, reçut en noir la griffe :

Courrier Accidenté

Après avoir réalisé la liaison aérienne France—Madagascar (13 décembre 1929, 1er janvier 1930), l'avion piloté par Roux, Caillol et Dodement quitte Tananarive le 10 janvier 1930 pour effectuer son retour en France. Mais l'appareil est aperçu pour la dernière fois le 13 janvier, au dessus de Port-Franqui (Congo belge). Le 13 mars, on retrouve enfin, le long du Kasaï, auprès des débris

---

1. Au sujet de cet accident, l'office des P.T.T. du Maroc publia la note suivante :

« L'Office des P.T.T. du Maroc a le regret d'informer le public qu'à la suite d'un accident survenu à l'avion postal parti de Toulouse le 30 novembre à destination du Maroc, le courrier aérien a été partiellement détruit.

« Les personnes qui attendent des correspondances par cet avion auraient intérêt à demander des duplicata des envois non parvenus ».

2. En même temps que l'avion de Lassalle, s'envolait (13-12-29) l'avion piloté par le Brix et Rossi, qui tentaient aussi de relier Paris à Saïgon. Mais, pris également dans la tempête, l'appareil allait s'écraser sur le sol lorsque le Brix et Rossi parvinrent à s'élancer dans le vide. L'avion et le courrier furent détruits (Birmanie, 17 décembre).

Au moment du départ, le courrier, au Bourget, avait été partagé entre les deux appareils.

de l'appareil, les cadavres des aviateurs et le courrier, épars sur le sol. Le gouverneur général du Congo belge ayant fait recueillir ce qui restait du courrier, celui-ci fut expédié au bureau des rebuts de la Seine, chargé de la vérification et de la réexpédition des lettres susceptibles d'être remises dans le service. Après avoir versé au pilon « confidentiel » deux sacs de débris, le bureau des rebuts de la Seine parvint à reconstituer la valeur de deux autres sacs de

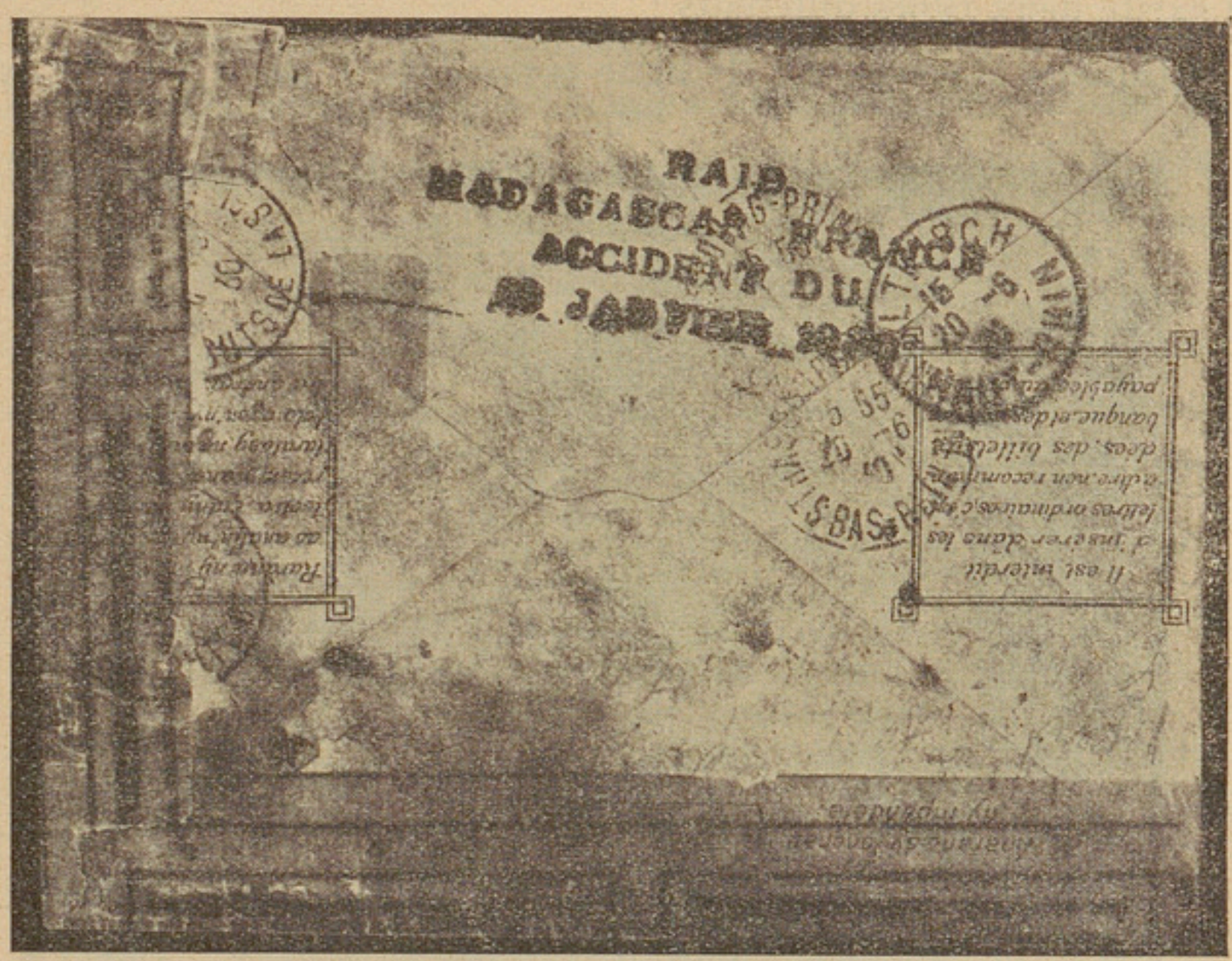


Fig. 14. (*Coll. de l'auteur.*)

correspondances, comprenant notamment 738 lettres recommandées. Sur tous ces plis, fut appliquée la griffe spéciale, sur quatre lignes (fig. 14) :

RAID
MADAGASCAR FRANCE
ACCIDENT DU
13 JANVIER 1930

L'encre employée est violette ; mais on rencontre aussi quelques exemplaires portant cette griffe en noir. Les plis trop endommagés furent acheminés sous enveloppes de service frappées de la même griffe sur quatre lignes. La réexpédition de tout ce courrier eut lieu dans le courant du mois de juin 1930.

Le 25 janvier 1930, l'avion postal parti de Casablanca, pris dans la tempête, tombait à la mer, aux environs de Tanger. Le pilote, le radiotélégraphiste et l'avion ne furent jamais retrouvés. Cependant, un mois plus tard, la mer rejetait sur la plage de Mostaganem un sac contenant, vraisemblablement, une partie du courrier transporté par cet avion. Ces correspondances reçurent, à Marseille St-Charles, une étiquette polycopiée comprenant sept lignes et dont il existe deux types différents :

Etiquette du type 1 : 3e ligne commençant par « le » ; 6e ligne

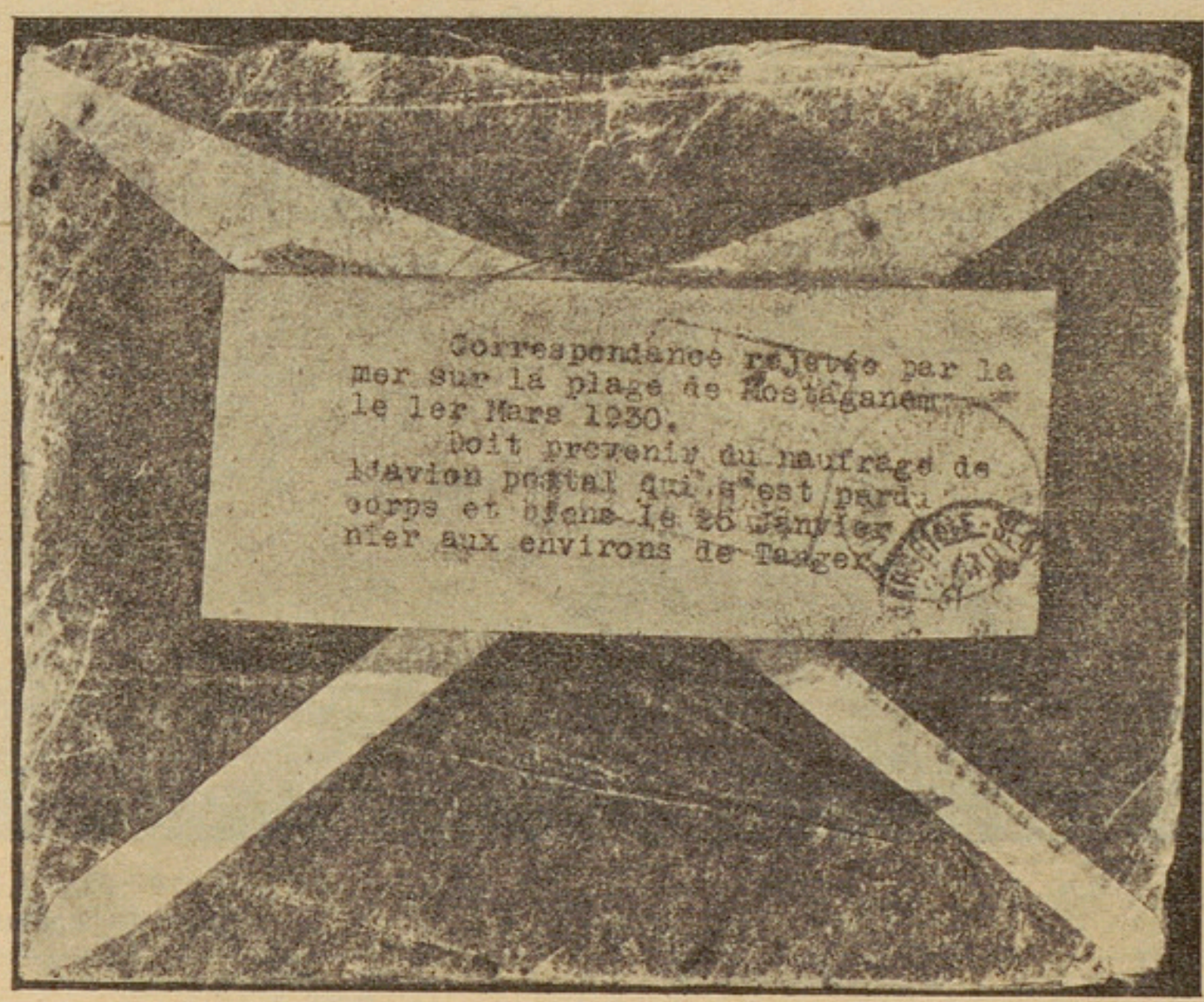


Fig. 15. (*Coll. de l'auteur.*)

se terminant par « le 25 janvier der- » ; 7e ligne commençant par : « nier » (fig. 15) ;

Etiquette du type 2 : Intervalle entre les 2e et 3e lignes ; 6e ligne finissant par « en janvier dernier » ; 7e ligne commençant par « aux ».

Partis de Pondichéry le 4 février 1930, à destination de Paris, les aviateurs Girier et Weiss espèrent relier la capitale en un temps voisin du record. Mais les conditions atmosphériques, qui

leur avaient déjà été défavorables à l'aller, ne leur permettent pas cette performance. Pour comble de malheur, lors de l'atterrissage à Rome, ils endommagent leur avion et doivent rapporter par voie ferrée le courrier qui leur avait été confié. Les plis, qui portent le timbre de départ de Pondichéry du 4-2-30 et le timbre d'arrivée de Paris-Gare P.L.M. Avion du 10-2-30, ne possèdent ni griffe ni mention manuscrite rappelant l'accident qui vint interrompre leur transport par la voie des airs.

L'avion piloté par Goulette, Marchesseau et Bourgeois, qui avait quitté Brazzaville le 21 mars 1930 dans l'espoir d'atteindre Paris, tombe près de Gao (Soudan). Après huit jours de recherches, les aviateurs sont retrouvés par Réginensi et Bailly, qui les ramènent en France. Quant au courrier à destination de la France, il est recueilli par un avion piloté par Poulain. Ces plis portent le cachet de départ de Brazzaville du 20 ou du 21 mars. Quelques enveloppes furent frappées par la poste de Brazzaville de la griffe suivante, sur trois lignes :

POSTES DE L'A.E.F.
PAR AVION CAP. GOULETTE
BRAZZAVILLE PARIS

Cette griffe, dont il existe deux types, est noire. Quelques plis reçurent également, à leur arrivée à Paris, le timbre à date du 3 mai 1930,

Le 9 mai 1930, l'avion qui se rend à Natal pour ramener le premier courrier aérien France—Amérique du sud, que doit lui remettre Mermoz après avoir traversé l'Atlantique sud, de St-Louis (Sénégal) à Natal, tombe près de Montévidéo, à un kilomètre de la côte. Les trois aviateurs (le pilote Négrin, M. Pranville, directeur de l'exploitation en Amérique du sud des lignes de la Cie Aéropostale, et le radiotélégraphiste Pauneta), ainsi qu'un passager, trouvent la mort dans cet accident. Le courrier repêché, à destination de la France, fut frappé, par le service des Rebuts de la Seine, d'une grande griffe violette, sur trois lignes :

Accident d'avion
Correspondances recueillies en mer

NE PAS TAXER

Exactement 596 lettres recommandées et 886 lettres ordinaires reçurent cette griffe, destinée à servir dorénavant toutes les fois que des correspondances provenant d'accidents similaires seraient à réexpédier par le service des rebuts de la Seine (1).

Le 13 juin 1930, l'aviateur Guillaumet, qui transportait le courrier de Santiago-du-Chili à Buenos-Aires, disparaissait en traversant la Cordillère des Andes à la vallée Diamante. Retrouvé par l'aviateur St-Exupéry, Guillaumet fut ramené en avion, le

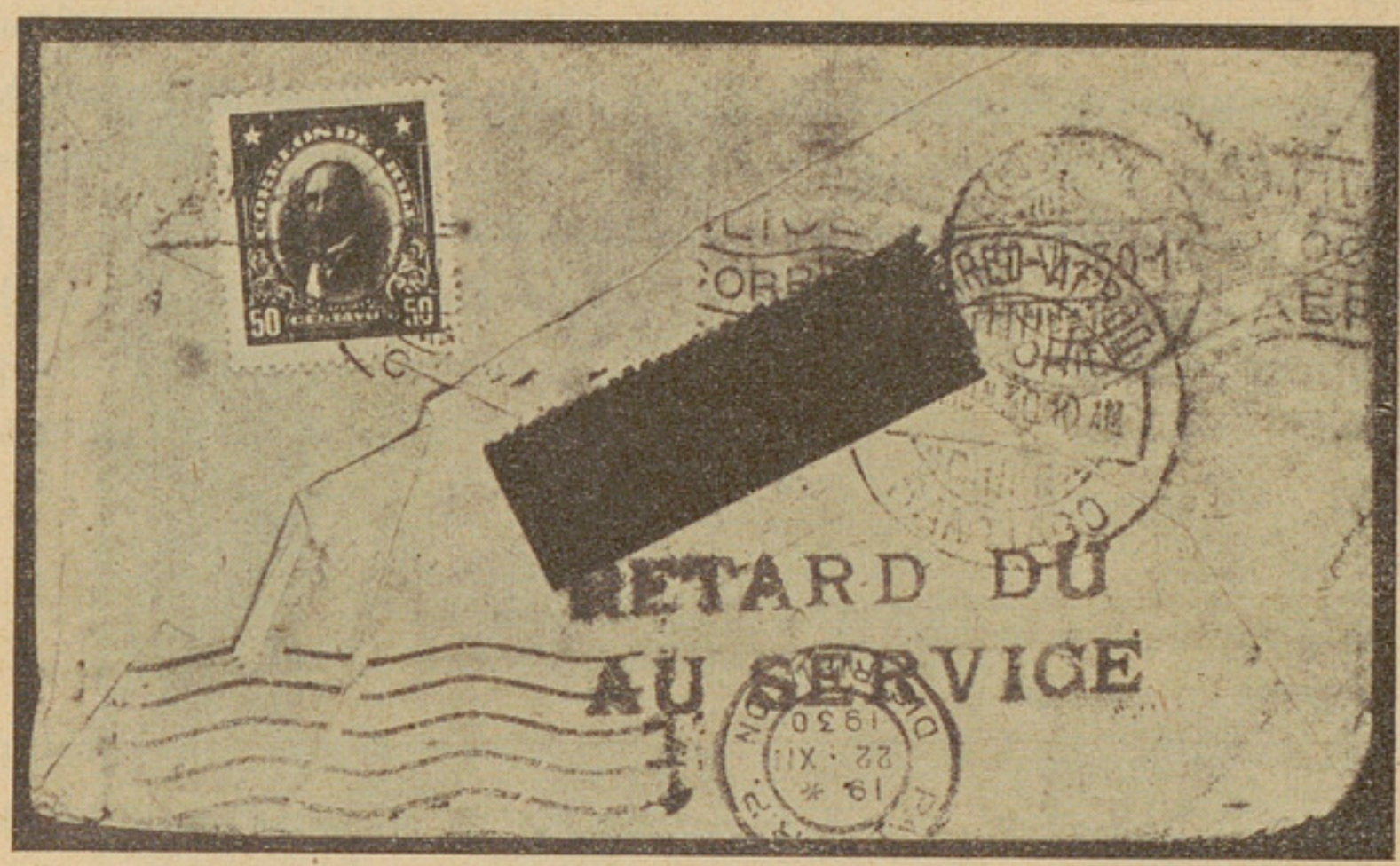


Fig. 16. (*Coll. de l'auteur.*)

20 juin, à Mendoza (Argentine). Le courrier, distribué à Paris seulement le 22 décembre 1930, reçut la griffe sur deux lignes (fig. 16) :

RETARD DU
AU SERVICE

Quelques aérogrammes originaires du Chili et portant la date

1. A la suite de l'apposition de la griffe rappelant l'accident survenu à la mission Roux, Caillol et Dodement le 13 janvier 1930, les compagnies aéropostales demandèrent que les griffes apposées par l'administration s'abstiennent, à l'avenir, de donner des précisions jugées pour le moins inutiles. C'est en vue de satisfaire à ce désir que la griffe ci-dessus fut confectionnée.

de départ du 10 juin 1930 ont été vus avec la mention suivante, tapée en violet à la machine à écrire :

Accident de service
Lettre parvenue mouillée au Bureau
de Tri de Paris Nord 23-XII-1930

Le 8 juillet 1930, Mermoz, Dabry et Ginié quittent Natal, dans l'intention d'atteindre Dakar. Mais le 9 juillet à 11h45, ils sont obligés d'amérir en pleine mer, à moins de 500 kilomètres du but. Recueillis peu après par le bateau dépanneur de la compagnie, leur courrier fut réexpédié par la voie ordinaire. Les plis ne possèdent aucune griffe spéciale. Les oblitérations de départ portent des dates comprises entre les 3 et 7 juillet. Le timbre à date d'arrivée à Paris est du 16 juillet.

Partis de Paris le 12 juillet 1930, le Brix, Doret et Mesmin comptent pouvoir atteindre Tokio. Mais l'avion est détruit le 14 juillet à Nijni-Oudinsk. Les quelques plis emportés par les aviateurs ne portent pas de griffe spéciale. Seuls, les timbres à date de départ (Bourget-Aviation, 12 juillet) et d'arrivée (Nijni-Oudinsk, 14 juillet) authentifient ces aérogrammes.

Le 12 octobre 1930, l'avion postal parti de Casablanca à destination de Toulouse s'écrase à Khernis, entre Larache et Arzila. Nous ignorons si ce courrier a été revêtu d'une griffe ou d'une mention manuscrite spéciales.

L'avion de la Cie Aéropostale qui, le 21 avril 1931, quittait Toulouse à destination de l'Amérique du sud est accidenté au Brésil. Aussi les plis reçoivent-ils, à l'arrivée, l'empreinte de la griffe violette :

Avion atrazado (avion retardé)

Le 7 juin 1931, l'avion de la Cie Air-Orient qui, la veille, avait quitté Saïgon à destination de la France, tombe dans une rivière au sud d'Akyab (Birmanie). L'équipage tout entier, composé de Beauregard, Bourgeois, Patard et Leroux, trouve la mort dans cet accident. Les sacs postaux, retirés de l'eau quelques jours plus tard, reçurent à Marseille la griffe sur deux lignes (encre noire) :

Courrier accidenté
le 7 juin 1931

Parti du Bourget le 12 juillet 1931, l'avion *Trait d'union n°* 1, piloté par le Brix, Doret et Mesmin, ne parvient pas à atteindre Tokio. En effet, par suite du givrage du carburateur, le Brix et Mesmin doivent quitter le bord en parachute, tandis que Doret parvient à atterrir sur une forêt, à Nijni-Oudinsk (Sibérie), après avoir parcouru 6.000 kilomètres. Les quelques plis transportés par cet avion portent le timbre de départ du Bourget-Aviation du 12-7-31 et celui d'arrivée à Nijni-Oudinsk du 14 juillet. Ces plis ont été signés par le Brix.

Le 16 décembre 1931, en se rendant de Belgrade à Bucarest, un avion de la C.I.D.N.A. s'écrase au sol près de Cordu, en Roumanie. Le personnel et quatre passagers sont tués. Nous ignorons si le courrier fut revêtu d'une marque spéciale.

Le 24 octobre 1931, piloté par Antoine, l'avion reliant Toulouse à Casablanca se brise au sol à 20 kilomètres au sud de Rabat. Le courrier fut acheminé sur Casablanca par la voie de terre.

Le 9 décembre 1931, l'hydravion postal Marseille—Alger F.A.Y.O.X., monté par le pilote Champfaur et le radiotélégraphiste Bourguignon, tombe en mer au large des Baléares. En dépit des recherches entreprises aussitôt, il fut impossible de retrouver l'appareil et ses occupants.

Enfin, le 28 février 1932, l'avion postal qui assure le service entre la France et l'Amérique du sud, après avoir quitté Buenos-Aires pour Rio-de-Janeiro, tombe à la mer alors qu'il longeait la côte du Brésil. Le lendemain on retrouve, sur une plage près de Sarita, à la frontière du Rio-Grande, des sacs de courrier provenant de cet avion et, quelques jours plus tard, les corps des membres de l'équipage : les pilotes Barbier et Hamm et le radiotélégraphiste Goubeyre.

Cette liste, hélas ! n'est pas close.

UN RÉCEPTEUR MODERNE

pour le trafic télégraphique sur ondes moyennes,

par G. ESPINASSE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Très souvent, dans l'exploitation radioélectrique, des correspondants se plaignent de difficultés de réception ayant pour cause unique la mauvaise qualité de leurs appareils récepteurs.

Aussi la conférence de Copenhague du C.C.I.R. a-t-elle estimé que les caractéristiques à imposer aux récepteurs radiotélégraphiques et radiotéléphoniques devaient être étudiées et précisées, pour établir les bases scientifiques du trafic international et donner d'utiles conseils aux exploitants.

Il m'a paru intéressant d'exposer les qualités que l'on doit demander à un « récepteur parfait » des ondes longues et moyennes, pour le trafic radiotélégraphique, et de montrer les efforts réalisés pour construire les récepteurs de l'administration française des Postes et Télégraphes.

Les conditions de réception des ondes moyennes et longues. — Les ondes moyennes utilisées pour le trafic télégraphique entre stations fixes sont comprises entre 3.000 mètres (100 kilocycles) et 20.000 mètres de longueur d'onde (15 kilocycles), soit une gamme de 85.000 périodes à répartir entre les différentes stations. Si l'on tient compte des vitesses de manipulation et de la stabilité actuelle des émetteurs eux-mêmes, on doit considérer qu'une différence de 250 périodes au moins doit séparer les diverses émissions. Il y a donc, au maximum, possibilité de loger 340 stations d'émission sur ondes longues et moyennes pour le trafic télégraphique sans crainte d'interférences.

On voit la nécessité d'avoir des récepteurs très sélectifs et très

stables pour bien séparer les diverses émissions. Les propriétés directives du collecteur d'ondes aussi marquées que possible faciliteront l'élimination des brouillages et des parasites.

Par la collaboration entre les services techniques de l'administration française des Postes et Télégraphes et les grands constructeurs français de matériel radiotélégraphique, il a pu être mis au point et installé, à la nouvelle station de Noiseau, des récepteurs sur ondes moyennes et longues qui paraissent remplir complètement les conditions imposées par le trafic sur les ondes, au point de vue de la *sélectivité*, de la *stabilité* et des *propriétés directives*.

Description du récepteur. — Le schéma de la figure 1 montre la constitution du récepteur.

Les ondes sont captées par deux cadres apériodiques placés dans deux plans rectangulaires. Dans les plans bissecteurs des dièdres, sont montés les quatre brins de l'antenne de compensation. En série dans chacun des cadres, sont intercalées les bobines des goniomètres des 10 récepteurs qui travaillent sur le même aérien.

Les courants de haute fréquence qui circulent dans les aériens et les bobines des goniomètres induisent des forces électromotrices dans le premier circuit accordé. Dans ce premier résonateur, peuvent être également induites des forces électromotrices provenant des courants de haute fréquence recueillis par l'antenne.

Après la sélection obtenue grâce à trois résonateurs, les différences de potentiel alternatives sont amplifiées dans un amplificateur à transformateurs à trois étages.

Par modulation au moyen d'une hétérodyne à haute fréquence, on obtient des courants de basse fréquence qui traversent un filtre de bande pour achever la sélection, avant d'être redressés et transformés en signaux télégraphiques Morse.

Je vais reprendre l'étude de chacune des parties du récepteur et indiquer les différents essais électriques qui ont été faits sur les circuits de sélection et les étages d'amplification.

1° Les aériens (cadre, antenne, goniomètre). — Lorsqu'on n'utilise pas l'antenne, le diagramme de réception comprend deux

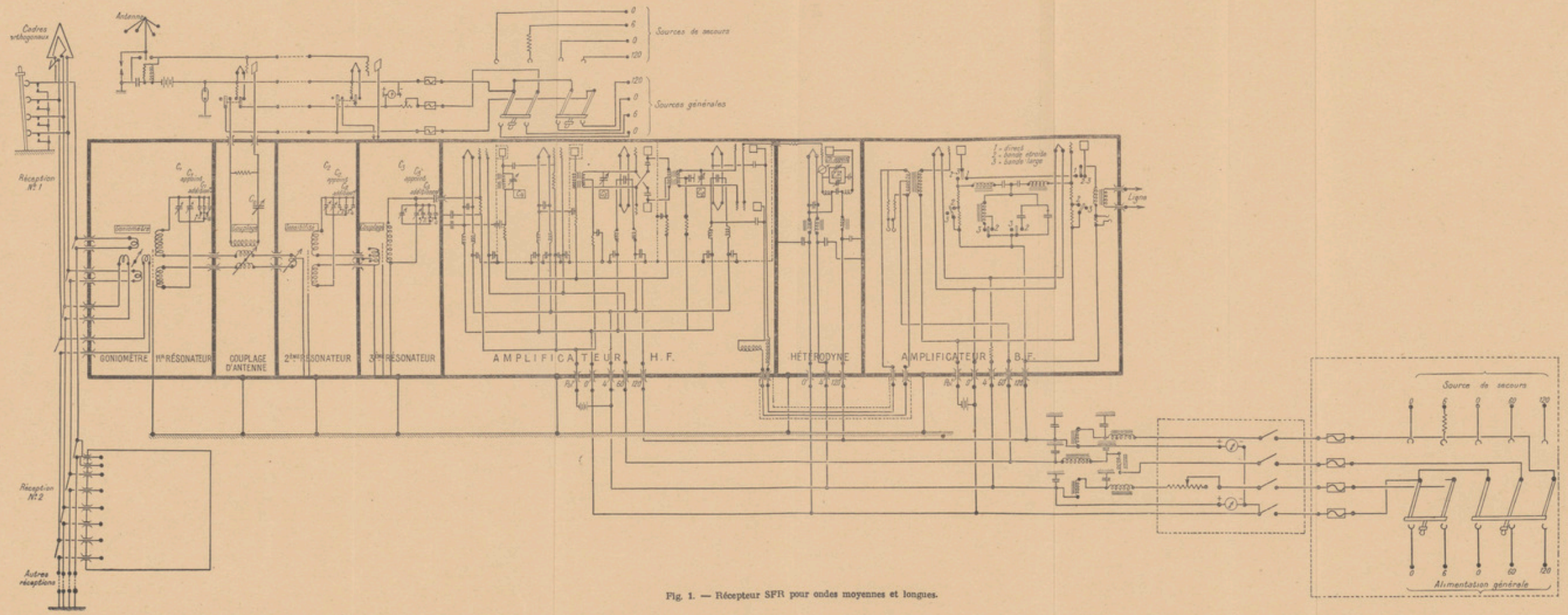


Fig. 1. — Récepteur SFR pour ondes moyennes et longues.

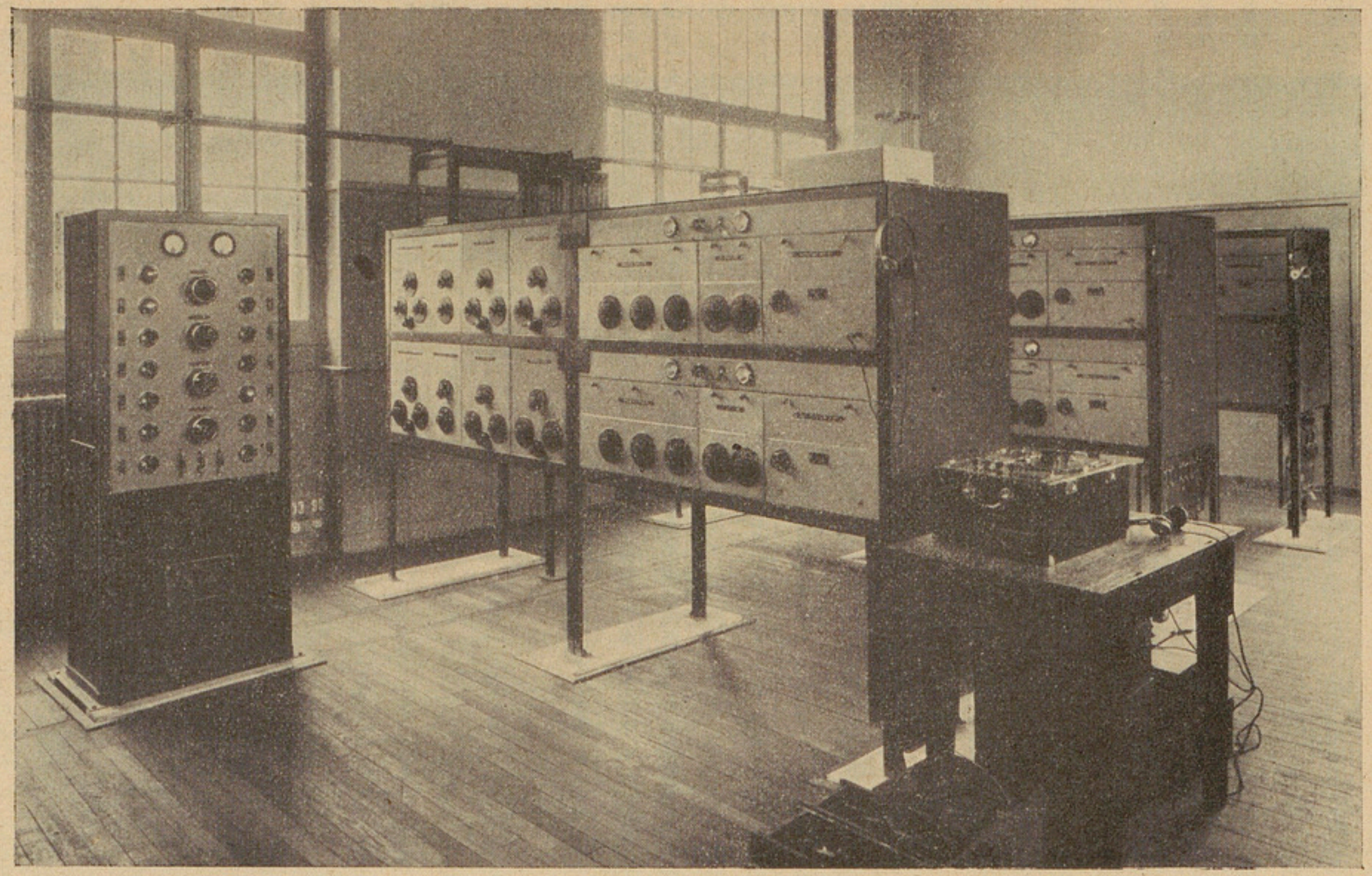


Fig. 2. — Ensemble des récepteurs.

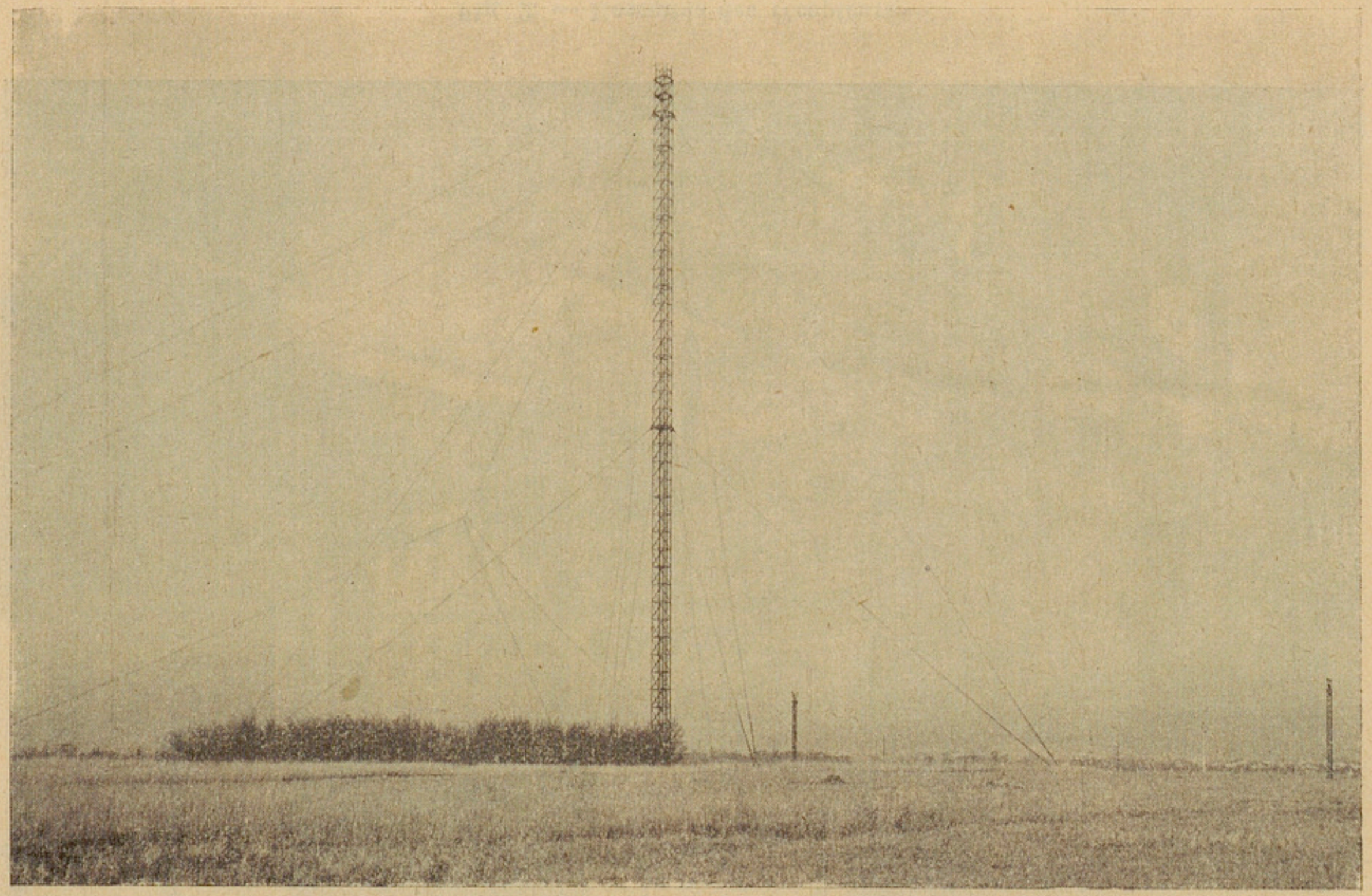


Fig. 3. — Vue de l'aérien (cadres et antenne).

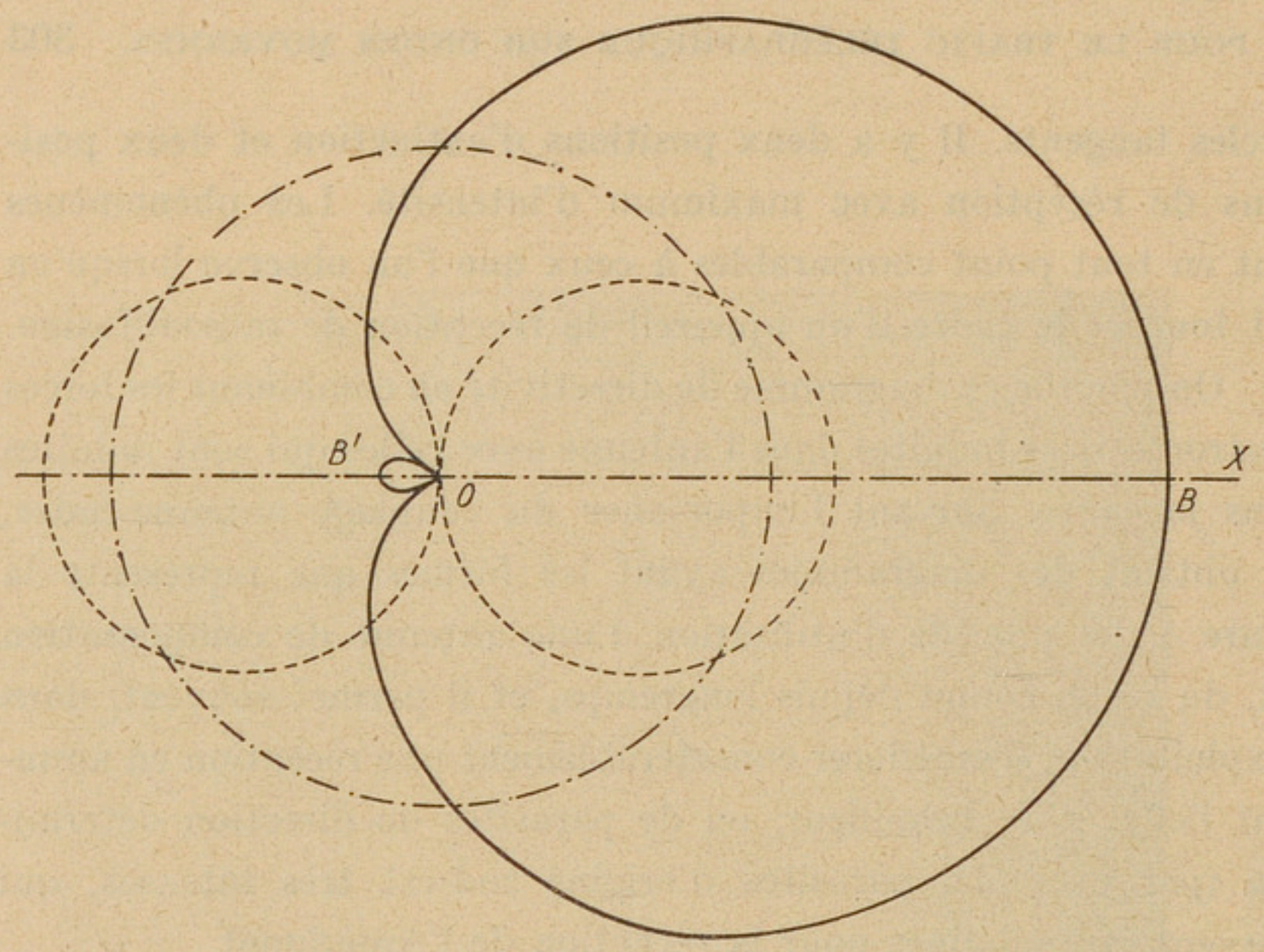
cercles tangents. Il y a deux positions d'extinction et deux positions de réception avec maximum d'intensité. Les phénomènes sont en tout point comparables à ceux que l'on observe lorsqu'on fait tourner le cadre d'un appareil de réception de radiodiffusion.

On modifie ce diagramme de directivité en combinant les forces électromotrices induites dans l'antenne avec celles qui sont induites dans le cadre. Suivant l'importance du couplage antenne-cadre, on obtient des diagrammes ayant les formes que représente la figure 4. Le procédé d'utilisation d'une antenne de compensation est, du reste, connu depuis longtemps, et il permet souvent, dans l'exploitation, d'améliorer considérablement une réception en annulant l'effet d'un brouilleur, ou de parasites de direction déterminée (par exemple, parasites d'origine sud-est très intenses, qui peuvent être éliminés pour la réception de l'Amérique).

Il est bien évident que ce diagramme de directivité est loin d'être parfait. On pourrait, en combinant les courants recueillis dans des aériens situés à grande distance les uns des autres, obtenir une direction privilégiée beaucoup plus accentuée ; mais les très grandes difficultés d'installation de semblables dispositifs ne justifient pas leur emploi, surtout depuis que les ondes courtes permettent le trafic à grande distance. Même remarque au sujet de l'antenne Beverage.

L'installation de plusieurs récepteurs sur le même aérien doit se faire avec quelques précautions (couplages faibles), pour éviter la réaction d'un récepteur sur le voisin. Il a été constaté, sur les appareils installés à Noiseau, que le niveau à la sortie d'un récepteur variait seulement de 6 % lorsqu'on réglait un récepteur voisin sur la même longueur d'onde. Une telle variation n'est pas gênante pour le trafic.

2° Les résonateurs de haute fréquence. — *Importance des bons résonateurs de haute fréquence.* — On ne saurait trop insister sur la nécessité d'utiliser, dans un récepteur, des circuits accordés en haute fréquence extrêmement sélectifs, de manière à séparer les différentes émissions entre elles presque complètement avant toute détection, c'est-à-dire, pratiquement, avant toute lampe.



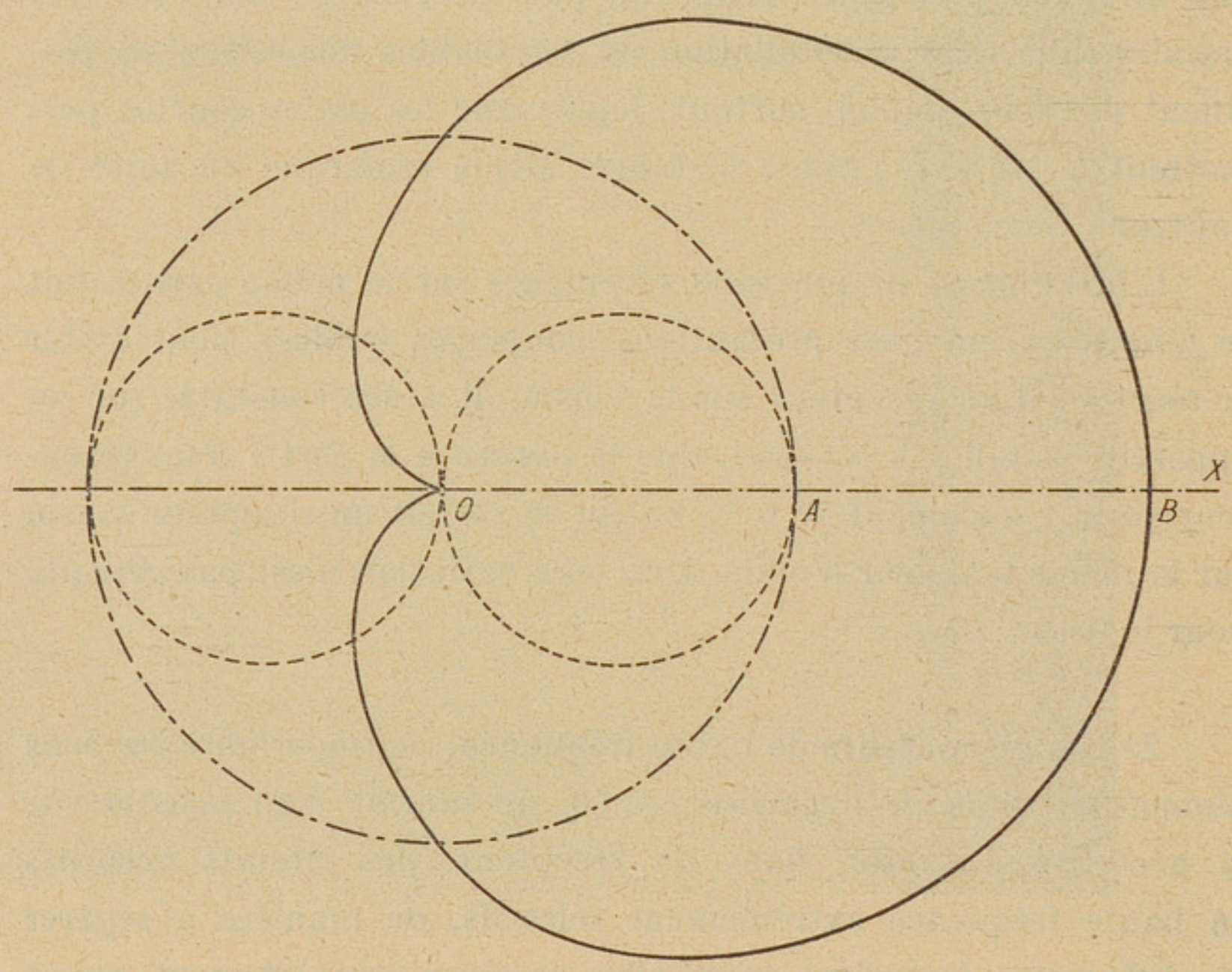


Fig. 4. — Diagrammes antenne-cadre.

Je ne veux pas faire une étude complète des phénomènes qui se produisent lorsqu'arrivent plusieurs émissions sur la grille d'une lampe amplificatrice ou détectrice, mais je vais essayer de montrer leur complexité.

Nous envisagerons deux cas principaux :

1) deux émissions arrivent sur la grille d'une lampe qui détecte par coude de caractéristique de plaque (la détection de grille conduit généralement aux mêmes conclusions) ;

2) deux émissions et une émission auxiliaire arrivent dans un étage « modulateur » pour opérer un changement de fréquence.

Le premier cas est relativement le plus simple. Si la lampe présente une caractéristique de forme parabolique qui peut se mettre sous la forme

$$I = I_0 + \alpha u + \beta u^2$$

(I étant l'intensité du courant de plaque et u la tension de grille), deux émissions $e_1 \cos 2\pi N t$ et $e_2 \cos 2\pi (N + n) t$ donneront, dans le circuit de plaque, un courant dont l'intensité sera de la forme :

$$I = I_0 + \alpha (e_1 \cos 2\pi Nt + e_2 \cos 2\pi (N + n) t) + \\ + \beta (e_1^2 \cos^2 2\pi Nt + e^2_2 \cos 2\pi (N + n) t + 2e_1 e_2 \cos 2\pi Nt \\ \cos 2\pi (N + n) t,$$

c'est-à-dire des courants de fréquences N, $N + n$, $2N + n$, n, $2N$, $2(N + n)$ et des courants continus $\frac{\beta e_1^2}{2}$ et $\frac{\beta e_2^2}{2}$.

Si le circuit de plaque de la lampe contient une self ou un transformateur, accordés sur la fréquence N, les forces électromotrices parasites peuvent, avec quelques précautions, être éliminées.

Mais, dans le cas général, la courbure de la caractéristique de plaque n'est pas parabolique et l'on doit tenir compte d'un terme en u^3 :

$$I = I_0 + \alpha u + \beta u^2 + \gamma u^3.$$

Il apparaît alors, dans le circuit de plaque, un courant d'intensité

$$A\, e_1\, e_2^2 \cos 2\pi Nt,$$

d'amplitude dépendant de la modulation du brouilleur, et de fréquence N, donc *impossible à éliminer*. Il y a « intermodulation ».

L'étude du deuxième cas (changement de fréquence avec brouilleur) est la plus importante et la plus difficile. Il faut d'abord distinguer le changement de fréquence avec détection, du changement de fréquence respectant l'indépendance des oscillations (lampe bigrille ou système Jouaust) (voy. superhétérodyne de M. de Bellecize, p. 310).

Le changement de fréquence avec détection possède les inconvénients signalés plus haut au sujet de l'intermodulation des signaux qui arrivent en même temps sur la grille de la lampe détectrice. Il se produit des battements entre toutes les oscillations incidentes et il n'est pas rare que la fréquence de ces battements parasites tombe dans la gamme des fréquences amplifiées par l'amplificateur à moyenne ou basse fréquence. Il suffit d'entendre les multiples sifflements qui se produisent sur certains superhétérodynes à la réception de Daventry pendant le fonctionnement de la tour Eiffel et de Radio-Paris pour comprendre l'exactitude de ces considérations et la complexité des phénomènes.

Le changement de fréquence respectant l'indépendance des oscillations serait théoriquement parfait. Un tel fonctionnement suppose un réseau de caractéristiques droites convergentes, ce qui n'est à peu près exact que pour une région peu étendue des caractéristiques. Mais, si le signal ou le brouilleur ont une grande intensité au moment du changement de fréquence, il apparaît, dans le circuit de plaque de la lampe changeuse de fréquence, tous les courants provenant d'une détection. En particulier, dans le cas de la radiotélégraphie, un brouilleur donnera dans le circuit de plaque de la lampe un courant continu qui suit la modulation télégraphique. Ces signaux parasites se traduisent, dans l'amplificateur à basse fréquence placé après le changeur de fréquence, par des claquements qu'il est souvent presque impossible d'éliminer (ce sont de véritables parasites apériodiques). La gêne causée par ces claquements est, du reste, d'autant plus grande que la manipulation de l'émetteur est plus rapide et plus brutale (signaux carrés).

La conclusion de cette étude est donc la nécessité d'effectuer la sélection dans des circuits où aucune détection n'est possible. Sur la grille de la lampe changeuse de fréquence *surtout*, les ten-

sions produites par les émetteurs brouilleurs doivent être aussi réduites que possible. Sans cela, un filtre à basse fréquence quel qu'il soit sera inefficace. Pratiquement, avec le système de changement de fréquence utilisé lorsque la tension du poste brouilleur est inférieure à la tension du signal à sélectionner, sur la grille de la lampe modulatrice, le changement de fréquence s'opère dans de bonnes conditions et sans phénomènes parasites.

Construction des résonateurs. — Les conditions imposées au cahier des charges pour les amortissements des résonateurs de haute fréquence étaient, ainsi que le montrent les tableaux ci-joints, très dures. Je les considère pourtant comme juste suffisantes. La Société S.F.R. dut faire de nombreux essais avant d'obtenir les résultats demandés, surtout sur les ondes de longueur d'onde inférieure à 5.000 mètres. Les amortissements ont été améliorés grâce à l'utilisation, pour la fabrication des selfs, de conducteurs en fils fins divisés isolés à l'émail. Ces fils sont torsadés, en couches superposées dont les sens d'enroulement changent, afin d'annuler les pertes par le champ axial (travaux de Kennelly).

Pour les ondes de 3.000 à 10.000 mètres, le fil élémentaire a un diamètre de 14/100 de millimètre, et pour les ondes de 10.000 à 20.000, un diamètre de 20/100 de millimètre.

La résistance en haute fréquence dépend aussi du pas d'enroulement, qui doit être convenablement choisi.

Tous les isolants et pièces métalliques sont, autant que possible, hors du champ de la bobine.

Enfin les cages de Faraday qui protègent ces bobines des inductions directes sont tout en aluminium, avec recouvrement intérieur de feuilles en cuivre rouge de haute conductibilité.

Le tableau de la page suivante donne le résultat des mesures en haute fréquence faites sur ces résonateurs (en cage).

La valeur des coefficients de surtension montre clairement la qualité des circuits. Les amortissements obtenus par le constructeur pour les grandes longueurs d'onde sont bien meilleurs que ceux qui sont demandés par le cahier des charges. L'expérience acquise permet, du reste, d'affirmer qu'il est possible de faire encore mieux en prenant des cages de Faraday plus grandes et en choisissant

mieux le type des condensateurs. Il serait certainement possible d'arriver à un coefficient de surtension de 700 pour les ondes de 5.000 mètres.

Il faut bien remarquer que les essais effectués pour obtenir

LONGUEUR d'onde mesurée.	RÉSISTANCE en haute fréquence.	INDUCTANCE.	AMORTISSEMENT $R/2\,L$ réalisé.	COEFFICIENT de surtension $L\omega/R$.	AMORTISSEMENT $R/2\,L$ imposé.
mètres.	ohms.	milli-henrys.			
1° Résonateur de 3.000 à 7.000m de longueur d'onde.					
3.500	1,7	1418	600	450	870
5.000	1,1		390	480	870
7.000	0,82		343	390	610
2° Résonateur de 5.000 à 12.000m de longueur d'onde.					
5.000	4,27	4,01	530	360	870
9.000	2,35	4,01	292	270	610
12.000	1,88	4,01	235	270	610
3° Résonateur de 10.000 à 21.000m de longueur d'onde.					
10.000	9,85	14,12	350	270	610
12.000	8,1	14,12	287	270	610
21.000	5,7	14,12	203	220	610

des circuits oscillants de très bonne qualité sont longs et coûteux (choix du fil et du rapport de l'inductance à la capacité). Il n'est donc pas étonnant que les résultats obtenus ne soient pas définitifs.

Les amortissements imposés par le cahier des charges avaient été calculés en tenant compte des résultats obtenus déjà par l'administration et les sociétés, dans des constructions précédentes et la possibilité d'avoir mieux est la conclusion de plusieurs mois de recherches et d'essai. Du reste, la stabilité encore insuffisante des émetteurs ne permettrait pas actuellement l'emploi de circuits ayant un amortissement très supérieur à celui qu'on obtient dans les résonateurs réalisés.

3° Les amplificateurs. — *L'amplificateur à haute fréquence et le changement de fréquence.* — Un amplificateur à haute fréquence doit non seulement assurer un gain suffisant pour permettre le changement de fréquence dans de bonnes conditions, mais aussi être *très stable.* Les réglages doivent être indépendants et reversibles.

Les qualités sont obtenues en éliminant toute réaction entre les étages d'amplification. C'est maintenant facile si l'on utilise les lampes écrans ou bien le neutrodynage. Un tel appareil ne donne pas le souffle caractéristique des amplifications instables.

L'amplificateur utilisé dans nos récepteurs comporte trois étages : un étage à lampe écran, un étage à deux lampes écran en push-pull et un étage à deux lampes neutrodynées. La liaison d'étage à étage se fait par transformateur à fer à secondaire accordé. L'amortissement de ces circuits est, du reste, assez élevé pour permettre des réglages faciles, car on ne demande pas à l'amplificateur d'augmenter la sélectivité du récepteur. Chaque étage est complètement blindé.

Le tableau suivant donne l'amplification mesurée pour différentes fréquences et par étage :

TYPE d'amplificateur.	ETAGE.	AMPLIFICATION en tension mesurée.	AMPLIFICATION de l'ensemble.
3.000 à 7.000 m	1	20	7.900
	2	22,5	
	3	17,6	
5.000 à 12.000 m	1	35	15.800
	2	30	
	3	15	
10.000 à 21.000 m	1	55	38.000
	2	23	
	3	30	

Le changement de fréquence est réalisé au moyen d'un dispositif comportant deux lampes bigrilles, qui permet d'éviter toute réaction entre les circuits de l'hétérodyne et l'amplificateur, ce

qui ajoute encore à la stabilité de l'appareil et à la facilité des réglages.

Les grilles a et a′ des bigrilles (fig. 5) reçoivent les différences de potentiel égales et de sens opposé recueillies aux bornes du dernier circuit de l'amplificateur à haute fréquence.

Les grilles 6 et 6′ sont réunies et reçoivent les oscillations de l'hétérodyne. On constate facilement que, les capacités entre

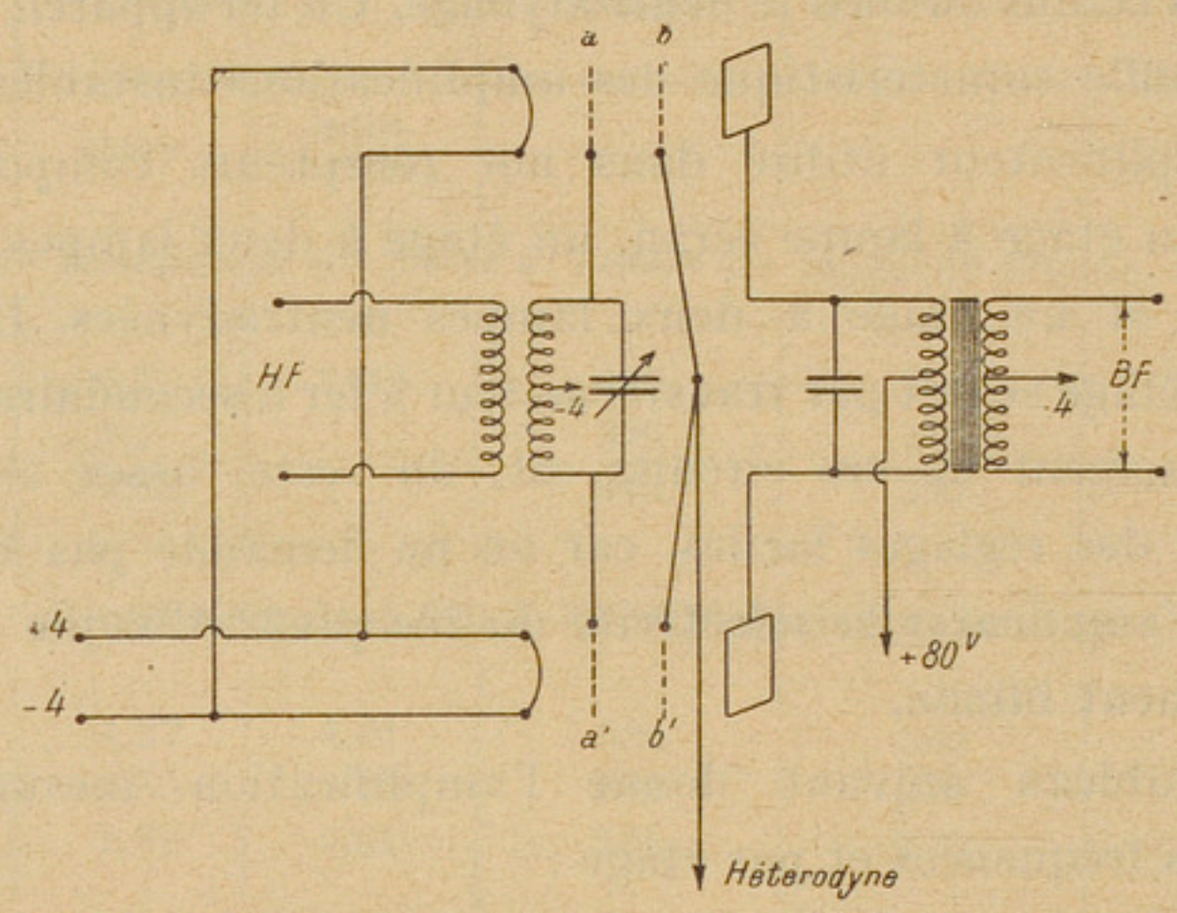


Fig. 5. — Changement de fréquence par lampes bigrilles.

grilles a6, a′6′ étant égales et les tensions en a et a′ étant de sens contraire, il n'y a pas réaction du dernier circuit de l'amplificateur sur le circuit de l'hétérodyne.

D'autre part, en choisissant convenablement les points de fonctionnement des grilles des lampes, le changement de fréquence s'opère en respectant l'indépendance des oscillations. Nous avons vu précédemment l'importance de cette condition dans le cas où il y a un brouilleur en même temps que le signal.

L'amplificateur filtre à basse fréquence. — La sélection en haute fréquence est complétée par un filtre à basse fréquence, que traversent les courants modulés obtenus après changement de fréquence. Ce filtre doit laisser passer sans affaiblissement une bande de fréquences d'autant plus large que la vitesse de manipulation est grande. Ainsi, pour une manipulation de 50 mots à la minute en code Morse (environ 25 périodes), la bande passante

doit avoir une largeur de 50 périodes, si l'on ne tient pas compte de l'harmonique trois provenant de la forme carrée du signal.

En réalité, le poste émetteur n'est pas parfaitement stable et l'expérience a montré qu'il ne faut pas descendre au dessous d'une largeur de bande de 100 périodes, quelle que soit la vitesse de manipulation.

Le filtre utilisé comprend deux bandes : une de 110 et une de 220 périodes. Très souvent, en raison de l'instabilité des émetteurs,

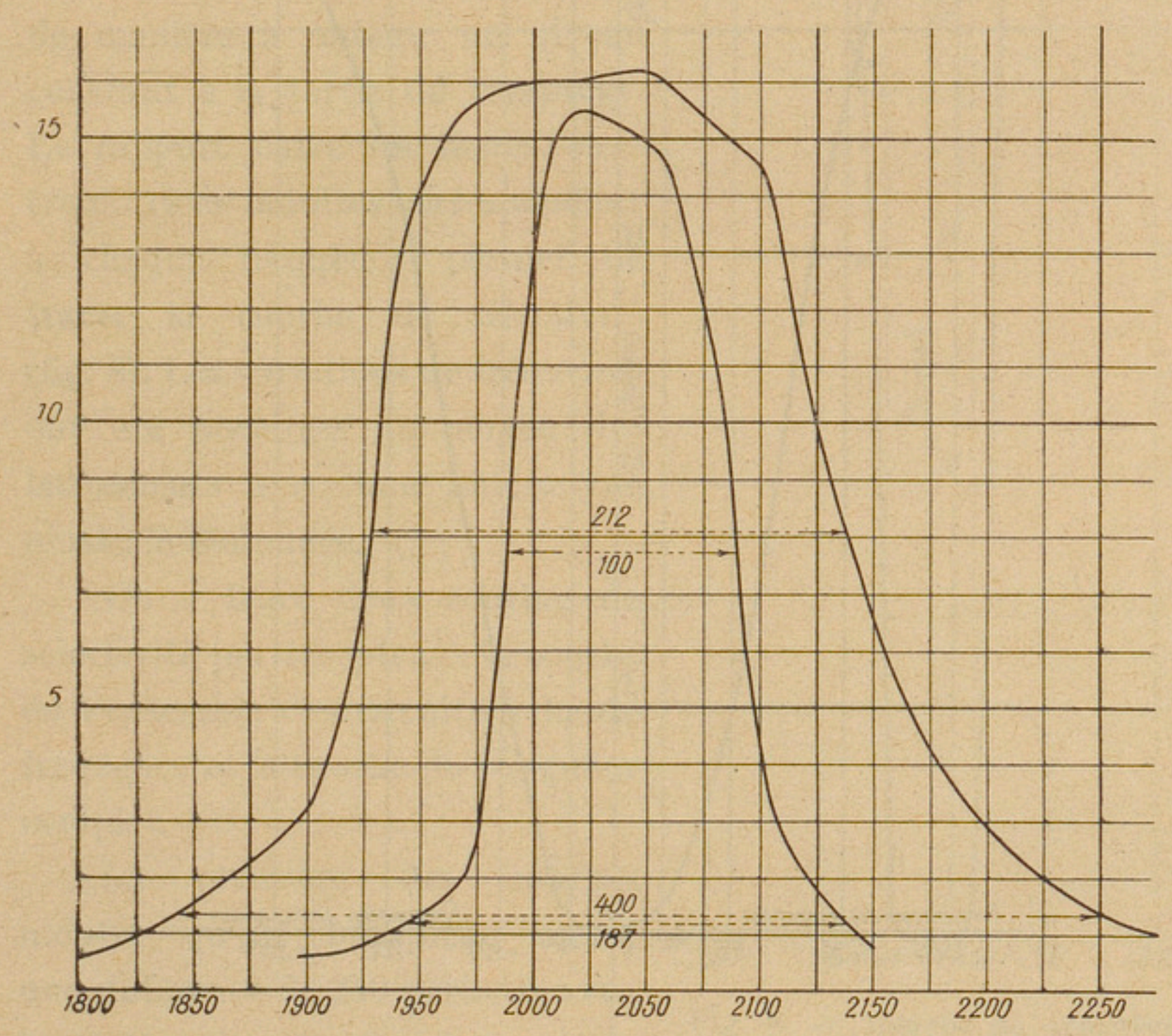


Fig. 6. — Courbes de sélectivité du filtre à basse fréquence.

on doit utiliser la deuxième bande. Il y a là un grand progrès à réaliser : en stabilisant les émetteurs, on peut utiliser une syntonie plus grande à la réception et se protéger plus efficacement contre les brouillages et les parasites apériodiques.

Essais sur le récepteur complet. — Le cahier des charges prescrivait que, pour un champ de 100 microvolts par mètre, les

couplages entre circuits oscillants étant réglés au dessous du couplage critique, le récepteur devait donner, à la sortie, $0^{v},75$ aux bornes d'une résistance de 800 ohms. Les essais montrèrent que

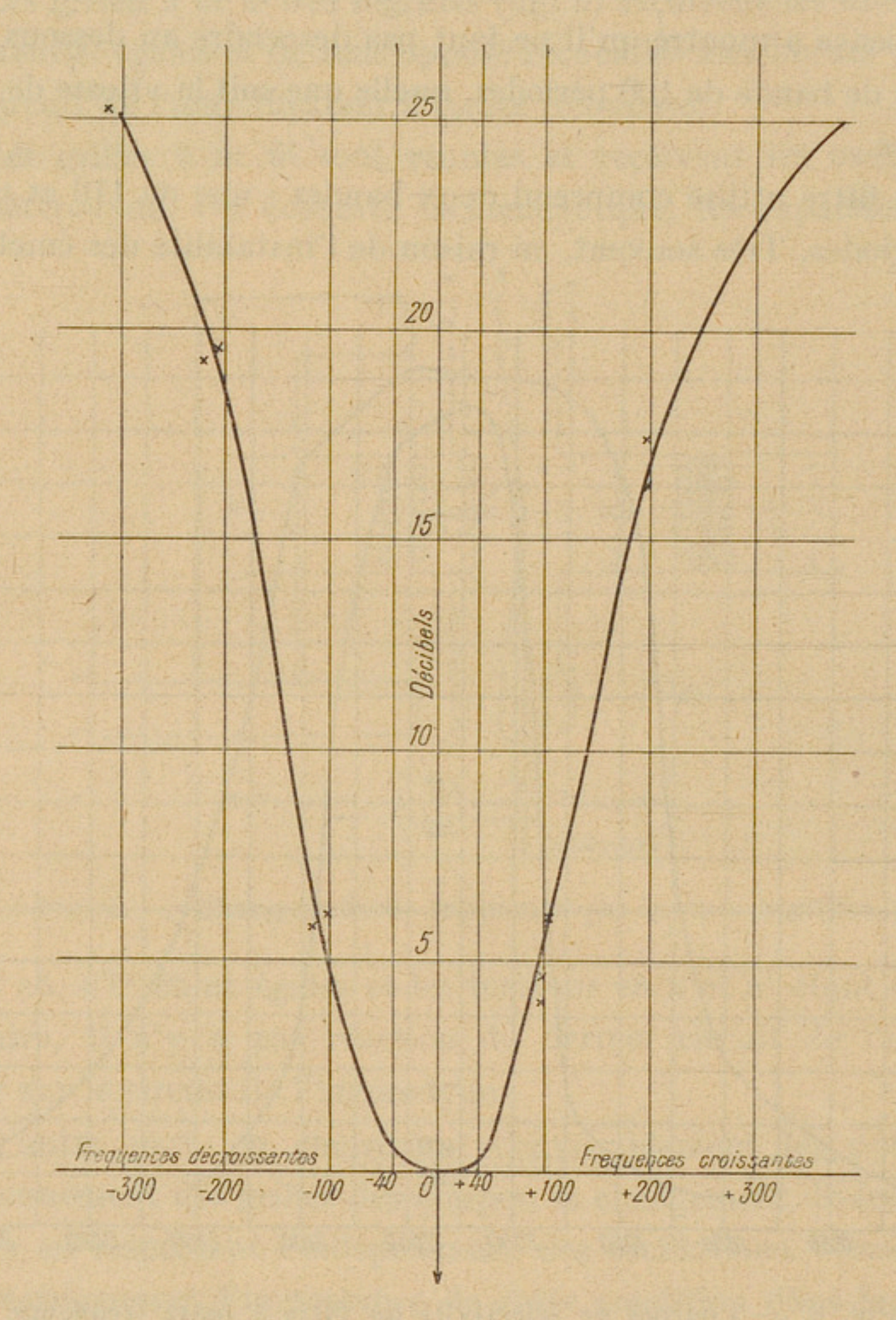


Fig. 7. — Courbe de sélectivité des circuits à haute fréquence.
Longueur d'onde d'accord : 4590^{m}.
En abscisses : désaccords ; en ordonnées : affaiblissements.

ce niveau était atteint pour des couplages très inférieurs au couplage critique et si faibles qu'il était difficile de les évaluer ; c'est dire que le récepteur a une importante réserve d'amplification.

Les essais de sélectivité du récepteur ont été faits dans les conditions de réglage correspondant à un champ de 100 microvolts

par mètre et à un niveau de sortie de $0^{v},75$ sur 800 ohms. On a procédé de la manière suivante. On induisait, dans l'un des grands cadres, une force électromotrice de valeur connue, grâce à l'emploi de bobines sinusoïdales jouant le rôle d'affaiblisseur entre un émetteur auxiliaire et l'aérien. On faisait varier la fréquence de cet émetteur et l'on réglait la valeur de la force électromotrice induite, au moyen des bobines sinusoïdales, de manière à obtenir un niveau constant à la sortie du récepteur. Le rapport entre les forces électromotrices induites correspondant à chaque fréquence permet de tracer la courbe de sélectivité (fig. 8). Les variations de fréquence ont été mesurées au moyen des battements avec une hétérodyne musicale étalonnée.

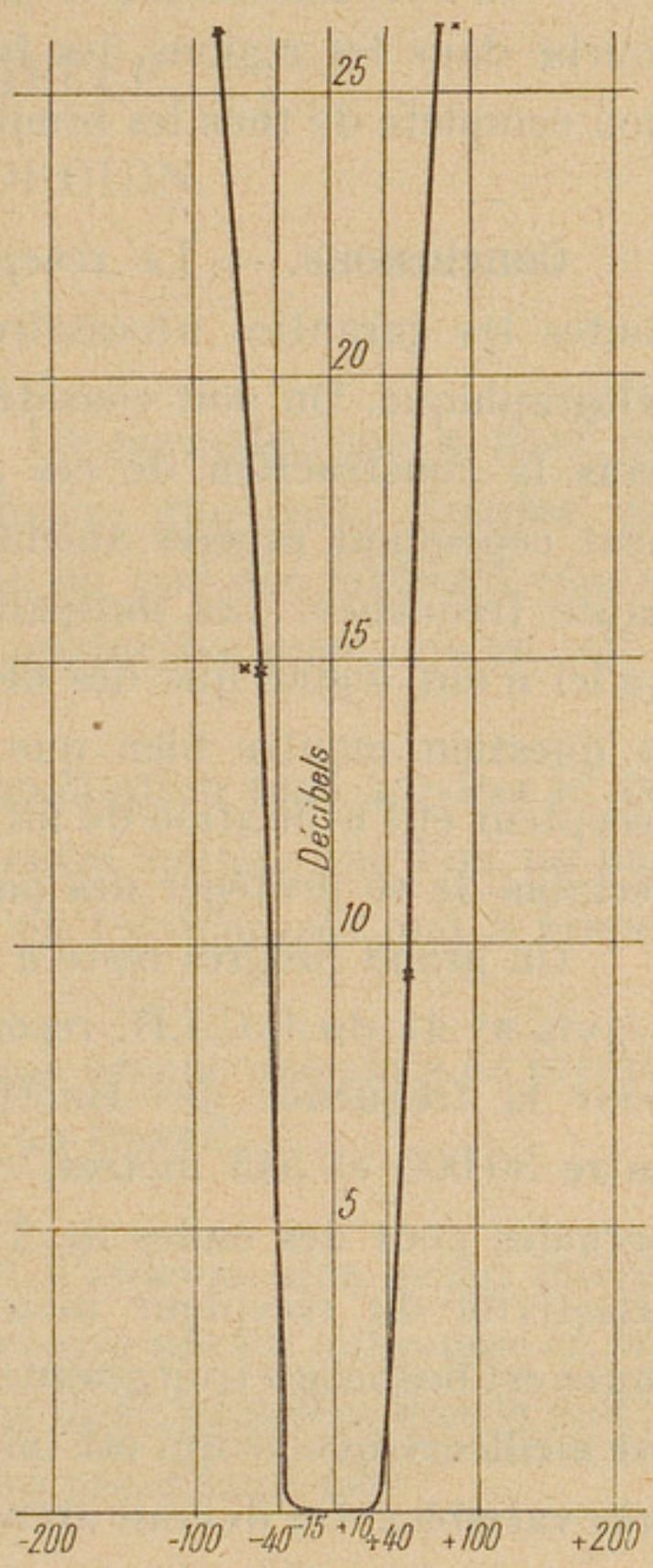


Fig. 8. — Courbe de sélectivité du récepteur complet. Fréquence du battement musical : 1550 périodes.

On a tracé deux courbes de sélectivité par récepteur : la courbe de l'ensemble des circuits à haute fréquence et la courbe du récepteur complet.

La première des courbes montre qu'un brouilleur ayant une différence de 250 périodes avec la station à recevoir et ayant un champ dix fois supérieur environ arrive sur la lampe changeuse de fréquence avec un niveau égal à celui du signal à sélectionner. L'expérience montre que cette sélectivité est juste suffisante et le filtre de bande à basse fréquence est indispensable (en raison des brouilleurs voisins très puissants, belges et anglais). Il y a lieu de remarquer que la courbe de sélectivité en haute fréquence présente au sommet un palier d'environ 80 périodes, qui permet de recevoir

une émission manipulée à grande vitesse et de remédier aux petites variations de fréquence de l'émetteur.

La courbe de sélectivité générale du récepteur présente également la forme d'une courbe de filtre de bande. La raideur de la courbe dans les régions des fréquences affaiblies assure l'élimination complète de tous les brouilleurs voisins.

Conclusions. — Le récepteur étudié dans cet article donne toutes les garanties nécessaires à une bonne exploitation radiotélégraphique. On doit considérer que les progrès à réaliser encore dans la construction de ces appareils sont peu importants. On peut cependant espérer améliorer encore un peu la sélectivité en haute fréquence. Les antiparasites radio-électriques utilisés jusqu'ici n'ont donné que des déboires, et une étude scientifique de la question montre bien que l'amélioration de la sélectivité du récepteur et l'utilisation de filtres de bande sont les moyens les plus certains de se protéger des parasites apériodiques.

Un grand progrès reste à réaliser en stabilisant les émetteurs. L'avis n° 41 du C.C.I.R. recommande une tolérance de ± 0,1 % pour la fréquence des émetteurs de longueur d'onde comprise entre 30.000 et 545 mètres, c'est-à-dire une variation de ± 100 périodes pour des ondes de 3.000 mètres. L'étude des courbes de sélectivité du récepteur montre immédiatement que cette tolérance est beaucoup trop grande. En réalité, la stabilité des émetteurs est meilleure que ce qui est toléré ; mais certains postes sont encore très variables. On devrait arriver à une stabilité d'au moins 0,02 % pour les postes à lampes des stations fixes.

Malgré les ondes courtes, les ondes moyennes et longues sont et seront encore très utilisées, en raison de la régularité de leur propagation, et l'on peut espérer que leur utilisation bénéficiera des progrès techniques réalisés dans la construction des émetteurs d'ondes courtes (maître oscillateur à quartz, étage séparateur).

L'ÉTAT ACTUEL DE LA NORMALISATION INDUSTRIELLE, [1]

par M. ANDROUIN.

But de la normalisation. — La normalisation a pour but d'éviter tout gaspillage de la richesse, que cette richesse soit représentée par des produits du sol, ou par des matières plus ou moins ouvrées, ou par de l'activité productive quelle qu'en soit la forme.

D'une manière générale, la normalisation tend à éviter le gaspillage de cette richesse précieuse entre toutes, que l'on ne peut généralement plus récupérer lorsqu'on l'a dépensée mal à propos, et qui s'appelle le temps.

Pour cette raison, la normalisation occupe une place de premier plan dans l'organisation scientifique du travail.

Définition. — Il est difficile, et d'ailleurs sans grand intérêt, de définir la normalisation par une courte phrase qui puisse en traduire tous les aspects. Nous pouvons donc admettre que le mot se suffit à lui-même, et formuler ainsi les principaux cas :

Normaliser,

1° C'est constituer, pour une catégorie de produits, une série de types ou échantillons bien gradués répondant, sans lacune ni surabondance, à la plupart des cas usuels ; Exemple : série de poutrelles pour charpentes métalliques ;

2° C'est définir, pour un produit correspondant à une désignation donnée, les conditions de qualité et autres auxquelles doit répondre

---

1. Communication faite à la séance du 27 mars 1931 du Comité national de l'organisation française et publiée dans le numéro de novembre 1931 du *Bulletin* de ce comité.

ce produit ; Exemple : cahiers des charges pour bois de construction produits métallurgiques, liants hydrauliques, etc... ;

3° C'est fixer certaines conditions uniformes de fonctionnement des grands services d'intérêt collectif, pour faciliter l'entr'aide de ces services et réaliser l'interchangeabilité du matériel nécessaire à leur exploitation ; Exemple : écartement des rails des voies de chemins de fer, caractéristiques des courants des réseaux de distribution d'électricité, etc... ;

4° C'est ramener à des conditions-types définies le fonctionnement des machines opératrices de même nature, afin que ces machines puissent produire dans des conditions satisfaisantes et uniformes ; Exemple : allures de marche des machines-outils à travailler les métaux ;

5° C'est formuler des règles dont l'uniformité a pour but de permettre aux opérateurs de changer de machine sans avoir à rééduquer leurs réflexes ; Exemple : sens de manœuvre du volant de direction des automobiles.

Normalisations anciennes. — L'idée de la normalisation est peut-être l'une des premières qui aient présidé à l'organisation de la vie collective des êtres humains qui s'unissaient pour se défendre contre les dangers auxquels ils étaient exposés et pour subvenir à leurs besoins.

La plus ancienne normalisation est probablement celle des langages. On a beaucoup parlé de la tour de Babel, symbole de la multiplicité des langages ; or l'on peut s'étonner qu'il n'y en ait pas encore plus, si l'on considère que les êtres humains qui les ont créés étaient éparpillés sur toute la surface habitable de notre planète et n'avaient que des moyens de communication rudimentaires.

Une autre normalisation très importante est celle de la numération pour laquelle des peuplades s'ignorant totalement ont adopté, d'une manière générale, la base 10, déduite sans aucun doute du nombre de doigts de nos deux mains.

Plus tard, avec le développement de la civilisation, sont apparues d'autres normalisations, telles que celles des mesures de la longueur, de la masse et du temps. Les premières mesures de lon-

gueur étaient à une échelle correspondant aux conditions d'existence de leurs auteurs : les unités principales étaient généralement voisines de la taille d'un homme. Les unités de temps, qui sont restées à peu près les mêmes depuis plusieurs millénaires, étaient déduites, elles aussi, de nos conditions de vie, notamment de la succession des jours et des nuits.

Le sens de marche des horloges reproduit pour nous celui de la rotation apparente du soleil. Si la civilisation s'était développée d'abord dans l'hémisphère austral, les horloges tourneraient dans l'autre sens.

Quant aux unités de masse, les principales se ramenaient à ce qu'un homme pouvait facilement tenir dans sa main ou porter dans ses bras ou sur ses épaules.

De ce choix des unités par les ancêtres de nos civilisations, se dégage une remarque : c'est que la normalisation, quelle qu'elle soit, doit être appropriée à nos conditions d'existence. C'est pourquoi toute tentative de normaliser dans l'absolu, comme si les dimensions de notre univers pouvaient se multiplier ou se diviser à volonté par 10^n, aboutit toujours à nous ramener dans l'ambiance où nous vivons. Ainsi est né récemment le système d'unités MTS.

L'antiquité offre de remarquables exemples de normalisations.

Sur notre territoire, une des premières normalisations importantes fut celle édictée par Charlemagne dans un capitulaire daté d'Aix-la-Chapelle en 789, où il prescrivait que les mesures de longueur et de poids (on ne parlait pas encore de masse), devaient être les mêmes dans toute l'étendue de son empire.

Après le démembrement de l'empire de Charlemagne, la normalisation des mesures tomba en désuétude sous l'influence des seigneurs. Ceux-ci, en effet, créèrent dans leurs domaines des mesures particulières, pour percevoir les droits d'étalonnage ; ainsi il y avait déjà, à cette époque, des gens qui faisaient échec à une normalisation leur paraissant léser leurs intérêts.

Plus tard, il y eut de nombreuses normalisations. On peut citer parmi les plus remarquables celles qui se rapportent à l'art de l'imprimerie et à l'armement.

Les premières normalisations des formats de papier datent de

plusieurs siècles. D'autre part, j'ai lu dans un remarquable travail de notre collègue britannique, M. L. A. Legros, que l'invention et la normalisation de ce qu'on appelle encore le *point typographique* étaient dues à Fournier le jeune, qui en avait proposé l'application vers 1737. Cette normalisation est décrite dans le « manuel typographique » de Fournier le jeune, publié en 1764.

Dans le domaine de l'armement, Vallière prescrivit, vers le milieu du XVIIIe siècle, la normalisation des diamètres des bouches à feu, pour faciliter l'approvisionnement des places fortes et des armées en projectiles. C'est vers 1780 que de Gribeauval compléta le travail de Vallière par l'indication détaillée des conditions de réception auxquelles devaient satisfaire les bouches à feu. Ces conditions étaient réunies dans des recueils auxquels de Gribeauval avait donné le nom de *tables de construction*, nom que portent encore aujourd'hui les documents qui sont établis dans le même but par les services techniques de la défense nationale.

A la fin du XVIIIe siècle, a été élaborée une des normalisations les plus remarquables qui aient jamais été réalisées. Cette normalisation fut un très grand événement, tant par l'importance du but que se proposaient les auteurs, que par le soin avec lequel ils conduisirent leurs travaux. Il s'agit du système métrique.

Les savants d'alors se sont attachés à créer un système de mesures aussi universel que possible, dans l'espace et dans le temps. A cet effet, l'unité fondamentale fut déduite des dimensions du globe terrestre ; les mesures effectives de l'arc du méridien furent exécutées avec une précision admirable pour l'époque, puisque la différence entre le mètre et la dix-millionième partie de la distance du pôle nord à l'équateur est inférieure à deux dixièmes de millimètre.

Le vocabulaire lui-même fut emprunté au grec et au latin, langues mortes dont le caractère international n'était pas contestable.

C'est en l'an III que le système métrique fut établi, et en l'an VII que l'étalon en fut déposé aux Archives de France.

Pour bien apprécier l'œuvre des auteurs du système métrique, il est bon de considérer que, par suite du développement de certaines

sciences appliquées, notamment dans les domaines de la résistance des matériaux, de l'électricité, de la thermo-dynamique, de la chimie, il a fallu définir, pour un grand nombre de grandeurs, des unités dont la nécessité ne s'est manifestée que bien plus tard. Le système métrique, qui formait un tout homogène et cohérent, put être adapté sans aucune difficulté à ces nouvelles exigences.

Le XIXe siècle a vu apparaître de nombreuses normalisations.

Dans le domaine de la construction mécanique, le grand ingénieur anglais Whitworth proposa dès 1841 une normalisation des filetages qui est encore en vigueur aujourd'hui dans les pays de l'empire britannique et dans quelques autres.

C'est vers 1845 que fut normalisée la largeur des voies de chemins de fer.

Vers la même époque, exactement en septembre 1848, fut breveté en France le palmer, qui, depuis lors et grâce aux nombreux perfectionnements de détail dont il a été l'objet, permet de comparer facilement les dimensions linéaires des organes de machines à leurs étalons.

Les exigences de l'industrie dans le domaine des mesures précises d'une part, et le perfectionnement des instruments de mesure d'autre part, rendirent nécessaire et possible une normalisation plus poussée des mesures de longueur. Les études entreprises à cet effet eurent pour sanction la convention du mètre signée à Paris en 1875, convention que l'on peut considérer comme l'un des premiers actes importants de normalisation internationale. Cette convention a été signée, en effet, par les représentants de dix-huit Etats, et depuis lors plusieurs autres Etats y ont adhéré.

Vers la fin du XIXe siècle, furent réalisées en France plusieurs normalisations de grande valeur, notamment celle des mesures à contact, réalisée par l'artillerie, et celle des filetages, réalisée par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale.

En 1900, fut accompli un acte important de normalisation internationale, qui consista dans l'adoption, par le congrès de Zurich, de ce que nous appelons le *système international des filetages*. Dans ce système, on a fixé la plupart des principes fondamentaux de la nor-

malisation des filetages, ainsi que la liste des diamètres normaux, le pas correspondant à chaque diamètre et quelques données accessoires.

Les progrès de la normalisation au XXe siècle. — Après 1900, de nombreux travaux de normalisation furent poursuivis dans quelques industries, notamment dans la construction du matériel électrique, mais ces travaux ne furent presque pas connus du public ni même des milieux industriels. Beaucoup n'étaient que des normalisations particulières ; toutefois, un certain nombre étaient assez soignées pour pouvoir s'encadrer sans changement, par la suite, dans un ensemble de normalisations collectives.

Entre temps, l'idée de la normalisation collective, applicable à toute l'industrie d'un pays et même dans le domaine international, avait été émise un certain nombre de fois, mais n'avait pas trouvé un écho suffisant dans le monde industriel.

C'est à l'époque de la grande guerre que l'idée de la normalisation s'est propagée rapidement et a gagné de proche en proche les milieux où il était désirable qu'elle fût diffusée. Le congrès général du Génie civil formula des vœux et résolutions où se trouvent des indications précises sur l'œuvre à entreprendre. On y trouve mentionnée notamment la nécessité de constituer un organisme capable de centraliser toutes les activités normalisatrices du pays. Dans l'esprit des promoteurs, cet organisme devait être constitué par l'industrie, avec la participation de l'État. Mais les milieux industriels n'avaient pas encore atteint, à cet égard, une maturité suffisante, et c'est l'Etat qui constitua l'organisme, avec une participation industrielle peu importante et le concours bénévole d'un certain nombre de spécialistes. Ainsi fut constituée la *Commission permanente de standardisation*.

Cette commission, malgré la faiblesse qu'elle tenait de son mode de constitution, accomplit, dans la période 1919-1924, une œuvre considérable. Elle a produit un grand nombre de normes, dont beaucoup ont résisté sans altération à l'épreuve de l'application industrielle. Elle a surtout fourni à ceux qui ont participé à ses travaux l'occasion d'échanger leurs idées et de constituer une doctrine fran-

çaise de la normalisation. Les parties principales de cette doctrine avaient d'ailleurs été formulées dès le début des travaux de la commission, notamment le principe d'après lequel toute norme doit tendre à élever la qualité des produits auxquels elle se rapporte ; à cet effet, la norme doit être basée sur ce que peut produire de mieux, dans l'état actuel de la technique, une fabrication industrielle bien conduite. Il fut entendu aussi, à cette époque, que toutes les normalisations seraient basées sur l'application intégrale du système métrique.

De 1924 à 1927, la Commission permanente, qui, en principe, n'avait pas cessé d'exister, n'eut pas les moyens de continuer à travailler comme elle l'avait fait les années précédentes.

Les groupements d'industries reprirent alors l'initiative et réalisèrent l'organisation actuelle, qui est relativement bonne et d'ailleurs toujours perfectible.

Rappel de quelques objections. — Avant de décrire cette organisation et les principales normalisations qu'elle a réalisées, il convient de rappeler et de réfuter un certain nombre de notions fausses qui circulent encore de temps en temps et fournissent des arguments contre la normalisation.

Certains disent que la normalisation peut entraver le progrès. Ce serait vrai dans certains cas si la normalisation était élaborée par des ignorants ; mais c'est faux dans la pratique. Exemple : normalisation des appareils de bord pour avions ; la norme fixe les conditions d'interchangeabilité en vue de la mise en place sur le tableau ; elle définit aussi les épreuves que doit pouvoir subir chaque appareil pour répondre aux conditions d'emploi en vue desquelles il est construit ; mais elle laisse à l'initiative du constructeur la disposition interne des appareils et même, dans une large mesure, le principe de leur fonctionnement.

Certains craignent que la normalisation n'aboutisse à une restriction de leur liberté. Toute norme, comme toute loi, est jusqu'à un certain point une limitation de liberté; mais il ne faut pas oublier que la liberté se définit précisément par sa limitation, et que la liberté non limitée, c'est l'anarchie. D'ailleurs les normalisations bien faites

laissent presque toujours au producteur une initiative assez large pour qu'il puisse y mettre l'empreinte de sa personnalité, si cela est compatible avec la nature du produit. Exemple : pare-chocs d'automobiles ; les prescriptions de la norme définissent le plan horizontal de protection et quelques autres conditions accessoires, mais laissent une large initiative au producteur aux points de vue technique et esthétique.

Certains craignent que le normalisation, du fait qu'elle définit des qualités, mette le fabricant à la merci de ses clients. C'est là un euphémisme pour dire qu'ils craignent d'être privés du droit de mal travailler. A cet argument de producteur attardé, peut s'opposer d'ailleurs celui du consommateur non moins attardé qui, du fait que la normalisation limite la qualité à ce qu'elle définit, craint d'être privé du droit d'exiger davantage. En pratique, ces craintes sont vaines, car on prend soin de faire participer aux travaux de normalisation des représentants qualifiés des producteurs, des consommateurs, et aussi des intermédiaires s'il en existe ; on fait intervenir aussi, si c'est utile, des personnes qui n'ayant d'intérêt direct dans aucun des trois groupements, peuvent arbitrer les cas difficiles ; ainsi les normes sont livrées au public, d'abord pour enquête et ensuite pour application, dans les conditions les plus conformes à l'intérêt collectif.

On a objecté aussi que la normalisation aurait pour effet, dans bien des cas, de jeter sur le marché des types nouveaux s'ajoutant aux types existants, et d'accentuer ainsi la cacophonie. Pour certains produits, il est tout à fait inévitable qu'il en soit ainsi pendant quelque temps. Dans ce cas, c'est la technique de mise en application qui permet de résoudre la question ; il suffit que chaque industriel se fixe une date à partir de laquelle toutes les créations nouvelles seront conformes à la norme. Ainsi les anciens objets disparates s'éteignent graduellement. L'adoption du système international des filetages par les chemins de fer en fournit un bon exemple : les réseaux, lorsqu'ils ont adopté le système international, ont dû conserver, pour l'entretien des anciens matériels, des quantités considérables d'outillage et même des pièces détachées appartenant aux anciens types, lesquels différaient d'un réseau à l'autre

et même dans chaque réseau ; tout cela disparaît peu à peu, pour faire place à une normalisation harmonieuse, grâce à laquelle la fabrication et l'entretien sont possibles moyennant la moindre variété possible d'outillage et d'éléments détachés.

Certains attardés, de plus en plus rares, objectent que l'application des normes met le client en situation d'entretenir des objets fabriqués sans avoir à s'adresser nécessairement au constructeur. Pour voir ce que vaut cet argument, il suffit de considérer que les industries où la normalisation est le plus poussée sont précisément celles où l'on réalise le plus gros chiffre d'affaires en vente de pièces détachées.

Comment sont élaborées les normes. — L'élaboration d'une norme suit un processus qui, sauf quelques différences de détail, est à peu près le même partout.

Un groupement de producteurs, ou un groupement de consommateurs, ou une personnalité isolée, ou un comité de normalisation, prend l'initiative de demander l'élaboration d'une norme.

Le comité discute d'abord de la question de l'opportunité d'élaborer la norme ; s'il tranche par l'affirmative, il en confie l'étude à une commission où sont représentés d'une manière suffisante, en qualité et en nombre, les principaux intérêts en cause.

La commission élabore un projet, que le comité publie pour enquête.

Pendant la période fixée, tous les intéressés peuvent formuler leurs remarques, objections, demandes d'additions et de perfectionnements, etc...

A la date fixée pour la fin de l'enquête, la commission examine les réponses ; elle procède, s'il y a lieu, au perfectionnement ou à la mise au point de la norme pour tenir compte des résultats de l'enquête ; puis la norme est, soit remise à l'enquête si l'importance des changements le justifie, soit présentée directement pour être entérinée.

Mise en application des normes. — La norme entérinée et publiée, il s'agit de la faire appliquer.

Voici les principaux moyens employés :

1° Les administrations en imposent l'emploi à leurs services et à leurs fournisseurs ; mention en est faite dans les cahiers des charges, spécifications, etc... C'est ce que font les divers départements ministériels et tous les grands services publics.

2° Les industriels imposent à leurs bureaux d'études l'application des normes, étant bien entendu que toute dérogation nécessaire sera admise, sous la seule condition d'être justifiée par écrit. Je recommande tout particulièrement cette méthode : depuis que j'ai imposé la justification écrite, les dérogations sont devenues extrêmement rares, car on ne me demande que celles qui sont vraiment justifiées.

3° Les consommateurs font leurs demandes de propositions et leurs commandes en se référant aux normes. Il y a quelques années, il arrivait encore que le fournisseur recevant une demande ainsi formulée, demandait en quoi consistait la norme ; il est même arrivé qu'il cotait des prix plus élevés pour les produits normalisés que pour ceux de ses anciennes fabrications. Mais tout cela se met au point, et nous avons pu récemment, dans une construction d'appareils spéciaux, obtenir un profit réel sur les prix et surtout sur les délais de livraison, par l'application intégrale des normes.

4° Les producteurs font savoir, par les divers moyens de publicité dont ils disposent, qu'ils sont en situation de fabriquer suivant les normes : aux derniers salons de l'automobile, un tableau portant cette indication figurait en bonne place dans un grand nombre de stands. Nous espérons qu'il en sera ainsi à la prochaine foire de Paris et dans toutes les expositions où c'est opportun. Il est instamment recommandé aux producteurs de mentionner, dans toute leur publicité, qu'ils fabriquent conformément aux normes de leur branche d'industrie.

Organisation française de la normalisation. — Voici l'organisation française de la normalisation.

A la base, se trouvent des commissions de normalisation, appartenant généralement à des groupements industriels. Exemple : Commission des éléments de machines, commissions des filetages, etc.

Les commissions d'un même groupement d'industries ressortissent à un comité de normalisation. Exemples : Bureau de normalisation de l'automobile, Union des syndicats de l'électricité, Comité de normalisation de la mécanique, etc...

Pour éviter la discordance dans les travaux des comités, chacun de ceux-ci délègue un ou plusieurs de ses membres pour participer aux travaux des autres.

Au dessus des comités, existe l'Association française de normalisation qui centralise leurs activités, leur sert au besoin d'agent de liaison, et représente l'ensemble de ces comités, d'une part vis-à-vis des associations correspondantes des autres pays, d'autre part, près du Comité supérieur de normalisation, lequel a été institué par le ministère du Commerce et remplace l'ancienne Commission permanente.

Toute norme élaborée par un comité est communiquée à l'Association française de normalisation ; celle-ci l'examine à divers points de vue, surtout pour éviter les discordances par rapport à des travaux présentés par d'autres comités ; puis elle la présente pour homologation au Comité supérieur de normalisation.

Le Comité supérieur de normalisation examine de nouveau la norme ; si celle-ci peut être considérée comme régulière, il l'entérine et la communique à tous les départements ministériels qu'elle peut intéresser, afin que les services d'État se conforment eux-mêmes, dans le plus bref délai possible, à la norme adoptée.

A l'étranger, fonctionnent des organisations à peu près semblables, où l'on retrouve l'équivalent approximatif des commissions et comités, et une association nationale, quelquefois aussi un organisme supérieur se rapprochant plus ou moins de notre Comité supérieur de normalisation.

Enfin il existe une Association internationale de normalisation, dont font partie toutes les associations nationales, à raison d'une seule par pays représenté, et à l'activité de laquelle participent les délégués des principaux comités.

Grâce à cette organisation, l'idée de normalisation se propage rapidement, en même temps qu'elle se précise dans l'esprit de ceux qu'elle intéresse.

Tous les groupements économiques, techniques et scientifiques s'en préoccupent. Le Comité national de l'organisation française y a consacré un certain nombre de ses séances plénières. La Société des ingénieurs civils de France a créé une Commission des notations techniques qui s'occupe de normaliser le vocabulaire et les symboles applicables aux diverses grandeurs qui intéressent l'art de l'ingénieur, aux unités de ces grandeurs, etc...

L'Etat a adopté une formule de collaboration souple et efficace. Non seulement le ministère du Commerce assure le fonctionnement du C.S.N., mais tous les services d'État ayant un caractère industriel sont représentés dans les comités de normalisation par des hommes hautement qualifiés. L'Office central d'études du matériel des chemins de fer et les principaux grands services publics y sont représentés de la même manière.

Quant au sous-secrétariat de l'Enseignement technique, il a prescrit la mise en application des normes, dès la publication de celles-ci, dans toutes les disciplines où cette application trouve sa place (travaux pratiques, organisation industrielle, dessin, technologie, etc...). En ce moment même, il prend ses dispositions pour que les candidats à ses écoles fassent usage des normes en dessin industriel.

Dans tous les pays, les travaux de normalisation sont poursuivis avec beaucoup de soin et de compétence, et l'on peut dire qu'en général les normes sont bien étudiées.

Dans la comparaison des conditions d'existence des diverses associations nationales de normalisation, l'Allemagne se distingue par la puissance des moyens qu'elle a pu mettre en action, tant pour l'élaboration des normes que pour leur diffusion.

En France, nous n'avons pas encore pu, et c'est regrettable, réaliser une propagande aussi intense et efficace. Par contre, la normalisation française se distingue par sa qualité de rationalité. Nous avons derrière nous l'exemple des grands ancêtres qui ont fait le système métrique. A l'épreuve du temps, ce système, non seulement résiste mais se renforce, parce qu'il est homogène et cohérent.

Une norme, quelle qu'elle soit, n'est employée d'une manière générale et exclusive qu'au bout d'un certain nombre d'années.

C'est ainsi que le système international des filetages, adopté à Zurich il y a plus de 30 ans, a mis une vingtaine d'années à s'imposer exclusivement en France, et plus de temps encore à s'imposer dans les pays étrangers.

Or ce système doit pouvoir, pour éviter de nouvelles perturbations, être encore appliqué sans changement pendant plusieurs dizaines d'années. Vingt ans de diffusion, trente ans d'application stabilisée, cela fait cinquante ans en tout ; une telle norme ne peut vraiment répondre aux intentions de ses auteurs qu'à la condition d'être assez bonne pour résister pendant cinquante ans à l'épreuve de l'application pratique. Cette pérennité, si nécessaire, implique la qualité.

La normalisation rationnelle. — La préoccupation d'établir des normes pouvant ainsi résister à l'épreuve du temps a conduit les normalisateurs français à orienter leurs travaux dans le sens de la normalisation rationnelle plus qu'on ne l'a fait dans la plupart des autres pays. Il suffit, pour s'en rendre compte, de considérer les travaux de nos grands comités de normalisation dans les domaines de l'aéronautique, de l'automobile, de l'électrotechnique et de la mécanique.

En France, comme ailleurs, la question s'est souvent posée de savoir s'il valait mieux accepter avec leurs imperfections des normalisations d'opportunité immédiate, ou s'il fallait au contraire prévoir l'avenir. Cette question est quelquefois bien délicate. L'adage « le mieux est l'ennemi du bien », qui est une arme si commode pour les routiniers, n'est presque jamais vrai. Il y a toutefois des cas où la force de l'habitude, qui n'est qu'un aspect particulier de la loi d'inertie, est capable de briser toute tentative d'amélioration. Exemple : des spécialistes de l'arithmétique ont fait connaître, il y a longtemps, les qualités que présenteraient les systèmes de numération avec bases de 8, 12 ou 16 et les avantages possibles de ces systèmes sur celui que nous employons et dont la base est 10 ; nous pourrions regretter que nos ancêtres, en comptant leurs doitgs, n'aient pas oublié de compter leurs pouces ; mais nous ne pouvons rien de plus, car l'habitude du système à base 10 est plus forte que

tout ce que l'on pourrait tenter pour vulgariser une autre base.

Dans le cas où la raison d'opportunité immédiate s'est trouvée, chez nous, en opposition avec la raison de rationalité, c'est souvent cette dernière qui l'a emporté. Il faut dire, à l'honneur de nos industriels, que plusieurs d'entre eux, après avoir bien mesuré la gêne réelle que leur occasionnerait sur le moment l'application de normes rationnelles, n'ont pas hésité à accepter celles-ci et même à faire une propagande très active pour les faire accepter par ailleurs.

Cette manière de voir a produit des normalisations cohérentes et homogènes. Nos comités ont d'ailleurs formulé des règles d'homogénéité assez complètes et assez précises pour satistaire aux conditions pratiques. A cet égard, nous estimons être très avancés par rapport à tous nos collègues des autres pays.

La situation peut donc se résumer ainsi : Dans tous les pays civilisés, la normalisation est en rapide progrès. D'importants travaux de normalisation internationale ont été entrepris et se poursuivent avec une très grande activité. La normalisation française, malgré le retard momentané que lui a occasionné le ralentissement des années 1924 à 1927, est à la hauteur de celles des autres pays. Les travaux français de normalisation sont, en général, très soignés : les bases adoptées pour ces travaux sont susceptibles d'extension dans l'espace et dans le temps.

SERVICE D'ÉTUDES
ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

UTILISATION D'ÉLÉMENTS REDRESSEURS A OXYDE DE CUIVRE POUR LA PROTECTION CONTRE LES CHOCS ACOUSTIQUES. (1)

Les opératrices chargées de l'exploitation de circuits parallèles à des lignes d'énergie à haute tension et, parfois, de lignes de traction électrifiées, peuvent être victimes d'incidents appelés *chocs acoustiques*.

Ces incidents ne se produisent, en général, que lorsqu'un dérangement grave (court-circuit, mise à la terre d'une phase) affecte la ligne d'énergie voisine ; ils peuvent encore se produire au moment de la disjonction ou de la mise sous tension de certaines lignes.

Il existe deux sortes, bien distinctes, de chocs acoustiques, se manifestant dans les conditions suivantes :

1° Les conducteurs de la ligne téléphonique se trouvent portés instantanément à une tension élevée susceptible de provoquer le fonctionnement des parafoudres disposés entre chacun des fils et la terre. On ne peut empêcher que ces deux parafoudres ne soient de sensibilité un peu différente. Il arrive donc que l'un d'eux s'amorce et se comporte alors comme une mise à la terre plus ou moins franche du fil auquel il est relié. Le second fil, étant, lui aussi, relié métalliquement au premier fil, soit par le récepteur, soit par la bobine d'appropriation ou de combinaison, voit alors sa tension diminuer rapidement, de sorte que le parafoudre qui lui est relié peut fort bien ne pas fonctionner. Quoi qu'il en soit, au moment où le premier parafoudre fonctionne, il y a appel des charges élec-

---

1. Note remise par M. Collet, ingénieur en chef.

triques se trouvant sur les deux fils, vers la terre par l'intermédiaire du parafoudre. Le passage très brusque de la charge du second fil à travers le récepteur (ou l'enroulement du transformateur auquel le récepteur est relié) provoque un mouvement de la membrane qui, si la charge écoulée est suffisamment grande, produit sur l'oreille une impression comparable à celle d'un coup de pistolet tiré à proximité. On simule, en laboratoire, un tel incident en déchargeant à travers le récepteur un condensateur chargé à une tension élevée.

2° La deuxième sorte de chocs acoustiques se manifeste lorsque les conducteurs sont soumis à une force électromotrice longitudinale alternative de valeur suffisamment élevée : cela peut se produire notamment si une ligne d'énergie triphasée voisine est affectée d'un court-circuit entre phases ou même de la simple mise à la terre d'une phase dans le cas de lignes ayant leur point neutre relié à la terre. Si le circuit comporte deux mises à la terre dyssymétriques par rapport au récepteur (ces mises à la terre pouvant, du reste, résulter du fonctionnement des parafoudres), il peut passer dans le récepteur un courant très intense, provoquant un choc plus ou moins fort à chaque période ou à chaque alternance. Un de ces chocs isolé ne serait peut-être pas dangereux ; mais quelques chocs semblables, immédiatement répétés, agissent sur l'organisme et peuvent causer des malaises plus ou moins graves.

Les administrations téléphoniques se sont préoccupées depuis longtemps de trouver remède à ces incidents. En particulier, lorsqu'elles examinent le projet d'une ligne d'énergie nouvelle, elles s'attachent à obtenir que cette ligne soit établie dans des conditions telles, que le risque de chocs acoustiques soit éliminé. Cependant, on ne connaît pas assez parfaitement la loi des phénomènes pour pouvoir affirmer, dans certains cas, qu'aucun trouble semblable ne peut se produire. Il peut donc arriver, parfois, qu'un doute subsiste et que des précautions supplémentaires s'imposent.

D'autre part, certaines lignes d'énergie ont été établies, à une époque où ces phénomènes étaient encore inconnus, dans des

conditions telles, qu'elles sont susceptibles de provoquer parfois des chocs acoustiques sur les circuits téléphoniques voisins. Ces circuits demandent donc à être protégés.

Méthodes diverses de protection. — Un moyen de réduire la fréquence des chocs acoustiques serait évidemment d'élever la valeur de la tension de fonctionnement des parafoudres. Mais le remède serait mauvais, car son effet serait d'accroître les risques d'électrisation du personnel qui peut entrer en contact simultanément avec les conducteurs et avec des pièces métalliques reliées à la terre. La seule chose à retenir, à ce sujet, est que le choix de la tension d'amorçage des parafoudres doit être fait avec circonspection et que l'adoption de valeurs trop basses n'est pas sans inconvénients.

Un autre procédé, plus heureux, consiste à monter en parallèle avec le récepteur un organe qui dérive les courants trop intenses, de sorte qu'en tout cas le récepteur ne soit traversé que par des courants qui ne puissent pas engendrer de chocs insupportables. Mais, si cet organe doit jouer le rôle d'un court-circuit plus ou moins franc pour les courants parasites, il doit ne dériver qu'une partie minime des courants téléphoniques utiles.

Cohéreur allemand. — Un tel organe, très généralement employé en Allemagne et équipant en France un certain nombre de postes d'opératrices, est le *cohéreur*. Entre deux cuvettes métalliques, reliées respectivement aux deux fils du circuit, se trouvent de petites billes d'acier poli n'ayant avec les cuvettes qu'un contact très doux. Si la tension appliquée entre les cuvettes est faible (par exemple, inférieure à deux volts), les résistances de contact entre une bille et les cuvettes sont considérables, de sorte que l'appareil, monté en dérivation sur le récepteur, ne cause aucun affaiblissement sensible des courants de conversation. Si, au contraire, la tension est plus élevée, la résistance de contact devient à peu près nulle et l'appareil met le récepteur en court-circuit. Ce court-circuit serait durable si l'on n'effectuait pas la décohésion, de même que dans les cohéreurs à limailles métalliques utilisés à l'origine comme détecteurs des ondes électromagnétiques. Celle-ci est

assurée de la manière suivante : grâce à un mouvement d'horlogerie, une des cuvettes tourne lentement, d'un mouvement uniforme, de sorte que les billes roulent lentement et ne prennent pas en permanence aux mêmes points le contact avec les cuvettes.

On notera que ce dispositif, robuste, exige pour fonctionner convenablement un remontage périodique du mouvement d'horlogerie. Il exige aussi un nettoyage périodique des billes.

Utilisation d'éléments redresseurs à oxyde de cuivre. — Pour réaliser un dispositif jouant le rôle d'une dérivation peu résistante lorsque la tension appliquée est élevée, et très résistante lorsque la tension appliquée est faible (c'est-à-dire de l'ordre des tensions appliquées à un récepteur téléphonique en service normal), M. Dupaquier, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes à Lyon, a eu l'idée d'utiliser les propriétés des éléments rectifiants à oxyde de cuivre.

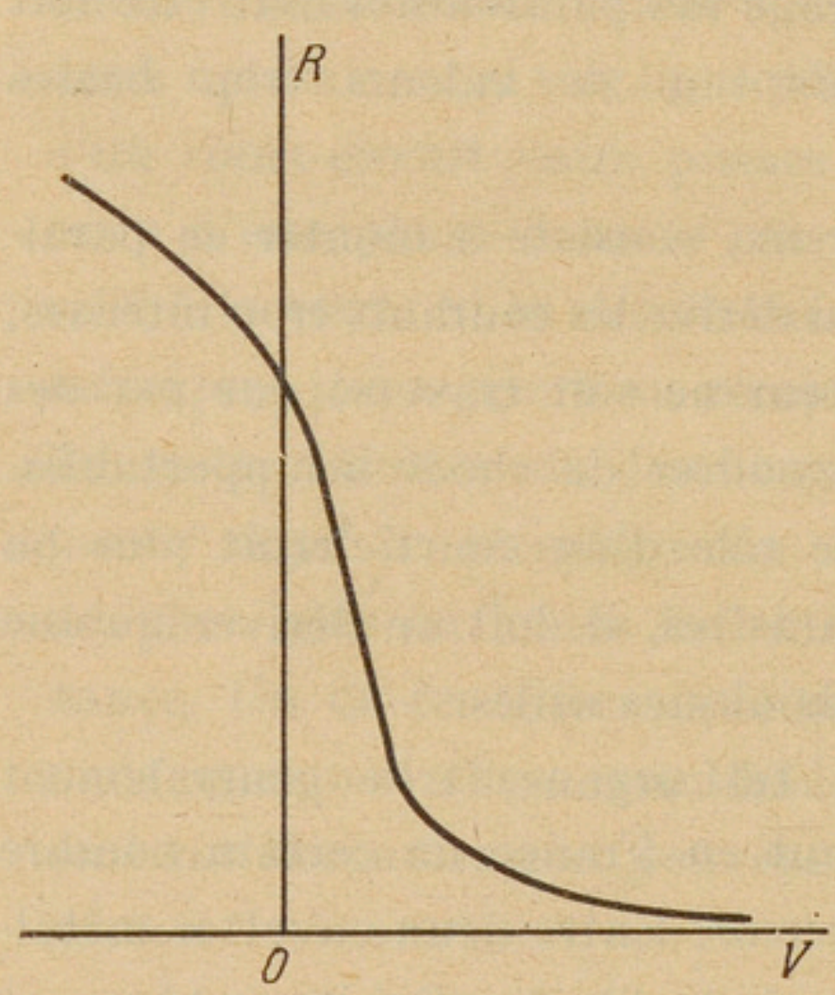


Fig. 1.

Ces éléments se composent essentiellement de rondelles de cuivre oxydées sur une de leurs faces. Des indications complètes sur leurs propriétés et leur utilisation comme redresseurs de courants alternatifs sont données dans un article de M.M. Leblanc paru dans le *Bulletin* d'octobre 1929 de la Société française des électriciens et reproduit dans le numéro de mars 1930 des *Annales des P.T.T.*.

Convenons d'appeler *résistance* d'une telle rondelle le rapport de la tension V, supposée continue, qui lui est appliquée, à l'intensité I qui la traverse. La propriété essentielle de ces rondelles est que leur résistance est considérable lorsque la tension appliquée tend à faire passer le courant dans le sens du cuivre à l'oxyde de cuivre ; elle est moindre, déjà, lorsque la tension est appliquée

en sens inverse mais n'a qu'une valeur faible ; elle diminue rapidement lorsque cette tension croît, et peut ainsi prendre une valeur qui ne soit que le millième de la valeur observable pour des tensions de sens inverse (fig. 1).

Si l'on applique à l'élément une tension alternative, on constate que le résultat obtenu diffère peu de celui qu'on peut calculer en admettant qu'à chaque instant la valeur de l'intensité I du courant est la même que si la tension appliquée était une tension continue de valeur égale à la valeur instantanée de la tension à laquelle est soumis l'élément redresseur.

Premier dispositif. — Le dispositif imaginé par M. Dupaquier (fig. 2) comportait deux ensembles d'éléments, comprenant le même nombre de rondelles montées en série. Ces deux ensembles étaient montés en parallèle, mais de sorte que les sens de redressement fussent inverses. Ainsi, lorsque l'ensemble est soumis à une tension alternative de valeur élevée, à chaque alternance, le courant trouve un chemin de faible résistance. Si la valeur efficace de cette tension est faible, le dispositif présente une grande résistance.

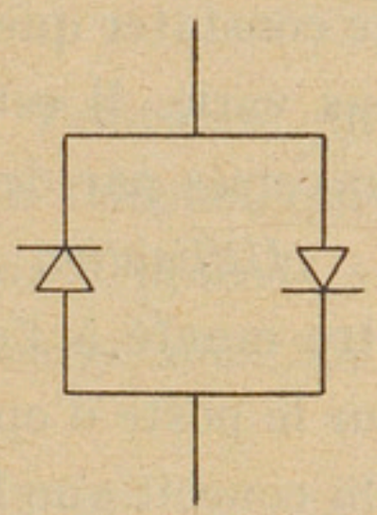


Fig. 2.

L'auteur du dispositif a déterminé la spécification d'un appareil, construit par l'A.O.I.P, qui a été mis en service déjà dans un certain nombre de bureaux.

Nous allons mentionner quelques résultats d'essais effectués sur cet appareil par le Service d'études et de recherches techniques.

Impédance apparente de l'appareil. — Nous définissons cette impédance apparente comme le rapport de l'intensité efficace I du courant traversant l'appareil, à la valeur efficace de la tension V, alternative, appliquée entre bornes extrêmes. Elle décroit assez régulièrement de :

$$R = 1450 \text{ ohms} \quad \text{pour } V = 0^{\text{v}},05,$$

à

$$R = 1130 \text{ ohms} \quad \text{pour } V = 1^{\text{v}},10.$$

Quand la tension est supérieure à 1 volt, on a, avec assez d'exactitude :

$$V = A \sqrt[3]{I}.$$

Voici quelques valeurs :

I	*V*	*R*	*I*	*V*	*R*
1mA	1V,13	1.130Ω	50mA	4V,80	96Ω
2	1,6	800	100	6,15	61
5,1	2,20	431	200	8,00	40
10	2,80	280	300	9,00	30
30	4,10	137	1.000	13,0	13

Au cours de la détermination de l'impédance apparente, on a pu faire l'observation suivante : quand l'appareil est traversé par un courant alternatif assez intense (par exemple, d'intensité supérieure à 0A,3), il s'échauffe et son impédance diminue graduellement.

Des essais effectués à plusieurs jours d'intervalle ont permis de constater que l'impédance, dans des conditions données, n'avait pas varié. Il est vrai que les modèles examinés n'ont jamais été traversés par des courants d'intensité supérieure à un ampère.

Utilisation possible de l'appareil. — L'appareil est destiné à être monté à l'extrémité d'une ligne téléphonique, en dérivation sur le poste d'opératrice ou sur le casque téléphonique de ce poste. On conçoit que l'appareil puisse être utilisé conjugué à des fusibles disposés sur la ligne et dont la fusion aurait pour effet d'isoler de la ligne l'ensemble du protecteur et du poste d'opératrice. Dans ces conditions, la valeur de calibrage des fusibles limite la valeur de l'intensité du courant qui traverserait l'ensemble du protecteur et de l'installation intérieure. Une limite supérieure de l'intensité du courant traversant le protecteur seul est donnée par cette valeur. Il en résulte une limite de la tension qui peut être observée aux bornes de l'installation intérieure protégée (poste d'opératrice ou casque d'opératrice).

Si, par exemple, les fusibles sont calibrés pour 1 ampère, la limite de la tension observable aux bornes de l'installation est d'environ 13 volts.

Essais téléphonométriques. — L'impédance de l'appareil, sous des tensions faibles, n'est pas très grande (1400 ohms environ). Ainsi la présence de l'appareil en dérivation sur un poste d'opératrice introduit un léger affaiblissement de l'audition.

Des mesures ont été faites en utilisant une maquette de poste d'opératrice pour position interurbaine du type Ericsson. On a déterminé l'accroissement d'équivalent apporté par le dispositif dans les conditions suivantes :

1° L'appareil est placé en dérivation aux bornes du récepteur téléphonique serre-tête : Il en résulte un accroissement d'équivalent de $0^N,13$ à la réception ; la transmission n'est pas affectée ;

2° L'appareil est placé en dérivation aux bornes du poste complet d'opératrice : Il en résulte des accroissements d'équivalent de $0^N,2$ à la transmission, et $0^N,25$ à la réception.

Ces valeurs ne paraissent pas excessives et il ne semble pas que l'emploi de l'appareil apporte pratiquement une gêne à l'exploitation.

Essais de décharges brusques. — Pour étudier l'efficacité du dispositif en cas de décharge brusque d'une ligne téléphonique sous tension à travers un récepteur téléphonique, on a procédé à la décharge d'un condensateur de 4 microfarads chargé sous 350 volts continus.

L'énergie mise en jeu est alors de $0^J,26$. La charge du condensateur était de 1400 microcoulombs. Ces valeurs correspondent à un choc acoustique extrêmement brutal (elles sont plus de 10 fois supérieures à celles que le C.C.I. admet comme tolérables).

Alors que le protecteur était disposé en dérivation sur le récepteur téléphonique, le choc résiduel était notablement diminué et tout à fait supportable.

Remarque. — Dans les conditions d'essai, l'appareil a paru constituer un protecteur assez efficace contre les chocs acoustiques. Parmi les avantages qu'il présente, il faut noter sa robustesse et cette circonstance qu'il ne nécessite aucun entretien.

S'il lui arrive de se dégrader à la suite du passage d'un courant trop intense, son impédance diminue notablement. Cela entraîne un affaiblissement de la réception téléphonique, qui attire l'attention sur l'utilité de remplacer le dispositif ; mais cela ne fait qu'accroître la protection.

Second dispositif (à éléments polarisés). — Depuis la mise en service des protecteurs qui viennent d'être décrits, MM. Cabanne, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, Roller et Lagarde, ingénieurs des Postes et Télégraphes à Bordeaux, ont indiqué le parti qu'on pouvait tirer des propriétés des éléments redresseurs à oxyde de cuivre en réalisant, au moyen de ces éléments, un dispositif en pont auquel on associe une pile de polarisation.

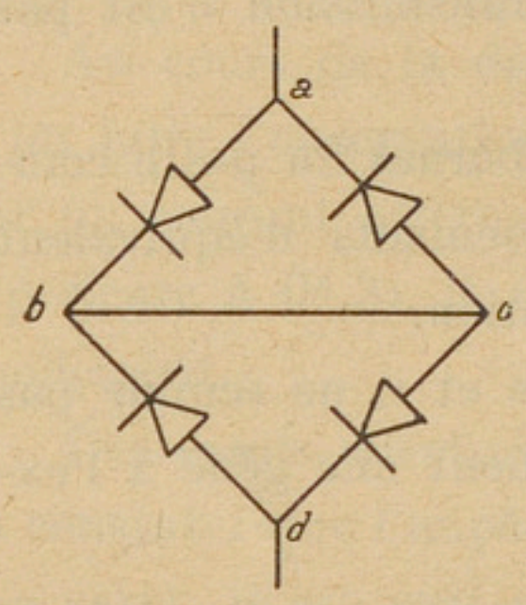


Fig. 3.

Considérons un ensemble d'éléments montés en pont conformément au schéma de la figure 3.

Si la tension instantanée entre a et d est positive, et de valeur v_{ad}, les branches ca et bd présentent une résistance très grande, beaucoup plus grande, en général, que les branches ab et cd.

Si v_{ad} est assez grand, on peut admettre que le courant principal s'écoule suivant abcd et a pour intensité :

$$i = \frac{v_{ad}}{2\,r_v},$$

en désignant par r_v la résistance présentée par les éléments d'une branche (ab ou cd) quand la tension qui leur est appliquée est positive et égale à $\frac{v_{ad}}{2}$.

Si la tension instantanée entre a et d est négative et de valeur absolue v_{da}, le courant principal s'écoule suivant dbca et a pour intensité :

$$i = \frac{v_{da}}{2\,r_v}.$$

Ainsi la résistance apparente de l'ensemble du pont est à peu près celle qui serait présentée par le montage qu'indique la figure 4, chacune des branches comportant, montés en série, deux éléments identiques à ceux qui figurent dans une branche du pont. Ce montage est celui de M. Dupaquier.

Si l'on reprend le dispositif en pont et qu'on insère dans la diagonale bc une source de courant continu de force électromo-

trice e, dont le sens soit opposé au sens du passage du courant redressé dans la branche bc, on voit que, quel que soit le sens de la tension appliquée entre a et d, la tension appliquée effectivement à chaque élément devient $\frac{v_{ad} - e}{2}$ ou $\frac{v_{da} - e}{2}$, en désignant encore par v_{ad} ou v_{da} la valeur absolue de la tension instantanée appliquée entre a et d.

Ainsi, étant donné un pont réalisé au moyen d'un certain nombre d'éléments redresseurs, on peut, par une polarisation convenable de la diagonale, accroître notablement l'impédance apparente de l'ensemble lorsque des tensions de faible valeur lui sont appliquées.

Lorsque des tensions de valeur plus élevée sont appliquées, l'impédance apparente du pont polarisé est augmentée, elle aussi, mais dans des portions bien moindres.

De ces deux remarques, résulte qu'il est possible, grâce à la polarisation, de réaliser des dispositifs présentant de grands avantages.

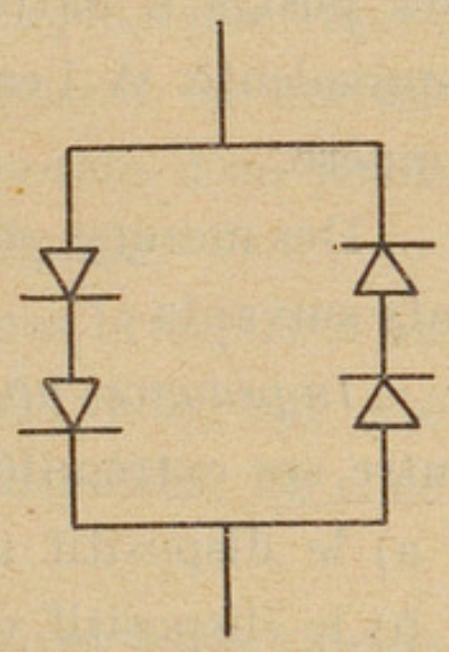


Fig. 4.

Avec un dispositif non polarisé, le nombre des éléments redresseurs à employer est limité inférieurement par la condition que l'impédance du dispositif doit être assez grande quand la tension appliquée est de faible valeur (valeur de la tension observable dans les conditions normales de la conversation téléphonique). Mais, plus ce nombre d'éléments est élevé, moins la protection est efficace dans les conditions où elle doit être assurée. On a vu que, cependant, il a été possible de choisir le nombre d'éléments de manière à remplir d'une façon satisfaisante ces deux conditions contradictoires.

Toutefois, si l'on recourt à la polarisation, on a la possibilité de diminuer beaucoup le nombre des éléments en série qui sont parcourus par le courant : on diminue ainsi l'impédance pour toutes les tensions, notamment pour les tensions élevées. Mais, en revanche, une polarisation convenable permet de compenser, pour les tensions faibles, la diminution d'impédance résultant de

cette réduction du nombre des éléments parcourus par le courant.

Partant des considérations précédentes, on a pu établir un dispositif simple qui remplisse aussi bien que possible les conditions requises. Ce dispositif est constitué au moyen de quatre plaques de redresseur à oxyde de cuivre, construites suivant le procédé de Westinghouse, de $2^{cmq},75$ de surface. Ces quatre plaques sont montés en pont. La polarisation est assurée au moyen d'un élément sec de pile (élément Leclanché normalement utilisé par l'administration française des Postes et Télégraphes pour l'alimentation des postes à batterie locale) ou éventuellement par une source équivalente. A l'ensemble, est associé un (ou deux) fusible d'un ampère.

Des mesures effectuées sur un tel dispositif ont donné les résultats suivants :

Impédance apparente du dispositif. — Lorsqu'on applique entre ses extrémités une tension alternative de valeur efficace V,

a) le dispositif n'étant pas polarisé,

b) le dispositif étant polarisé au moyen d'un élément de pile sèche Leclanché,

on trouve les valeurs suivantes de l'impédance :

Dispositif non polarisé.		Dispositif polarisé.	
V volts	R ohms	V volts	R ohms
0,05	1.100	0,05	5.000
0,15	1.050	0,80	4.000
0,20	770	1,33	3.000
0,27	400	1,45	2.000
0,33	200	1,60	1.200
0,39	130	1,80	600
0,42	95	2,00	200
0,50	60	2,25	60
0,65	28	2,50	30
0,85	15	3,50	10
		4,50	5
		5,00	4

Ainsi, quand on associe le dispositif polarisé à des fusibles d'un ampère disposés de manière à ce que leur fonctionnement isole le récepteur, et placés du côté de la ligne par rapport au dispositif, on voit que la valeur de la tension aux bornes du récepteur

ne peut guère dépasser 5 volts efficaces (si, du moins, la résistance intérieure de la pile et la résistance des connexions demeurent faibles et ne dépassent guère un ohm).

Avec le dispositif non polarisé décrit en premier lieu, la limite de tension, pour des fusibles d'un ampère, était de l'ordre de 13 volts. Le dispositif nouveau renforcerait donc la protection.

Au contraire, l'impédance de l'ancien dispositif, pour les tensions faibles, était de l'ordre de 1000 à 1400 ohms. L'impédance du dispositif proposé serait au moins trois fois plus grande [1].

Essais téléphonométriques. — Des essais téléphonométriques ont montré qu'à $0^{N},1$ près la présence du dispositif en dérivation aux bornes du récepteur téléphonique serre-tête d'un poste d'opératrice n'affecte ni la transmission ni la réception.

Essais de décharges brusques. — Des décharges brusques d'un condensateur de 8 microfarads chargé sous 450 volts ont été effectuées à travers un récepteur shunté par le dispositif. Le choc ainsi produit a été supportable.

L'énergie et la charge mises en jeu correspondent à des valeurs incomparablement supérieures à celles que le C.C.I. téléphonique admet comme tolérables (160 fois en ce qui concerne l'énergie).

Remarques au sujet des conditions d'emploi du dispositif. — Le dispositif est robuste. Il paraît pouvoir supporter sans dommages le passage de courants assez intenses (de 800 milliampères, par exemple) pendant quelques minutes. D'ailleurs, si, en service, il apparaissait insuffisamment protégé par le fusible d'un ampère, on pourrait remplacer ce fusible, soit par un fusible de calibre inférieur, soit même par une bobine thermique.

A plusieurs jours d'intervalle, le dispositif conserve ses caractéristiques.

Le fonctionnement du dispositif est certain, tant que la dia-

---

1. Les différences entre les deux dispositifs tiennent, en partie, au fait que les éléments redresseurs entrant dans leur construction sont de fabrication différente. Des essais complémentaires ont néanmoins confirmé que, conformément aux explications données dans cette note, l'emploi de la polarisation est toujours avantageux et permet notamment de réduire le nombre des éléments rectifiants nécessaires pour l'obtention d'une résistance imposée dans les tensions faibles.

gonale du pont, comprenant la source de polarisation, n'est pas interrompue.

En effet, deux sortes de dérangements peuvent se produire : Il peut arriver, tout d'abord, que, pour une cause quelconque, notamment le passage trop prolongé d'un courant trop intense, les plaques se dégradent. Cela aurait pour effet de faire diminuer leur résistance ; la fonction protectrice du dispositif serait améliorée. En revanche, il mettrait le récepteur en court-circuit dans les conditions du service normal ; mais ce dérangement, très apparent, serait facile à relever. Il conviendrait alors de remplacer le dispositif par un dispositif nouveau.

Un autre dérangement possible est la diminution de la force électromotrice de la source de polarisation. Cela entraînerait encore une amélioration de la fonction protectrice et une gêne à l'exploitation normale assez aisément reconnaissable.

La force électromotrice de la pile peut d'ailleurs diminuer notablement sans inconvénients. Fût-elle seulement de 1 volt au lieu de $1^{V},4$, la résistance apparente du dispositif pour les faibles tensions conserverait encore une valeur suffisante.

Il n'est d'ailleurs pas à craindre une baisse rapide de cette force électro-motrice comme conséquence du débit constant de la source de polarisation dans l'élément redresseur lui-même. L'intensité du courant continu débité est de l'ordre de $0^{mA},2$.

Et d'autre part, ce dispositif est tel que, si les éléments redresseurs sont suffisamment semblables entre eux, aucun courant appréciable ne se dérive dans le récepteur ou sur la ligne.

Une disposition judicieuse, signalée par les ingénieurs de Bordeaux, semble être d'utiliser, pour la polarisation du dispositif, la pile microphonique du poste lui-même : une baisse de la force électromotrice de cette pile serait ainsi toujours signalée.

Au cours du montage du dispositif, il est essentiel de disposer la pile de polarisation dans le sens convenable. On peut reconnaître ce sens de la manière suivante : le courant de polarisation doit être d'intensité très faible ; si l'on inversait le sens de la pile, le courant débité par celle-ci serait beaucoup plus intense.

Autre dispositif. — Il convient de rappeler qu'un autre dispositif, mis en service dans un certain nombre de bureaux, a été décrit dans le numéro de novembre 1925 des *Annales des P.T.T.*.

Le principe, tout différent, de ce dispositif est le suivant : Une lampe triode, utilisée comme lampe amplificatrice, n'agit comme telle, que lorsque les variations de sa tension de grille sont maintenues dans un certain intervalle. Quand la tension de grille est inférieure à une certaine limite inférieure, ou supérieure à une certaine limite supérieure, le courant de plaque garde une intensité à peu près constante (intensité nulle dans le premier cas, intensité dite de saturation dans le second cas). Ainsi, quand on applique au circuit de grille une tension alternative de valeur exagérée, l'intensité du courant de plaque demeure limitée. Si donc on relie la ligne à un transformateur d'entrée agissant sur le circuit de grille et qu'on alimente le récepteur de l'opératrice par un transformateur de sortie intercalé dans le circuit de plaque, on peut, moyennant une adaptation convenable des transformateurs, faire en sorte que les courants téléphoniques soient reçus par l'opératrice dans les conditions normales, mais qu'au contraire les courants parasites transmis au récepteur n'aient pas une intensité supérieure à celle de ces courants normaux. Peut-être en résulte-t-il une gêne légère de l'audition, mais tout risque d'accident est éliminé.

Ce dispositif a donné entière satisfaction dans les bureaux où il a été installé. Toutefois son prix de revient est plus élevé que celui des dispositifs à oxyde de cuivre et son bon fonctionnement exige une surveillance constante.

INFORMATIONS.

Chèques postaux français. — Au cours de l'année 1931, il a été enregistré plus de 108 millions d'opérations du service des chèques postaux, au lieu de 100 millions pendant l'année 1930, soit une augmentation de 8 %. Le montant total de ces opérations s'est élevé à 471 milliards 738 millions de francs, alors qu'il n'avait atteint que 437 milliards 998 millions pendant l'année précédente. Le montant des opérations réglées par compensation a été de 392 milliards 629 millions de francs, représentant ainsi plus de 83 % du montant total des opérations. Quant au nombre des titulaires de comptes courants postaux, il est passé de 496.898 au 31 décembre 1930 à à 539.293 au 31 décembre 1931.

Ces résultats favorables sont particulièrement intéressants à noter dans une période où le mouvement des affaires est ralenti.

Radiotélégraphie. — Depuis le 1er mars, fonctionne un service radiotélégraphique entre la France et Addis-Abeba (Abyssinie), par l'intermédiaire de la station de T.S.F. de Djibouti.

La taxe est de 14f,10 par mot.

L'énergie du vent. — D'après l'*Information letter* de la National electric light association du 16 octobre 1931, la Public service corporation de New Jersey vient de commencer les travaux de construction d'un grand système rotorique près de son usine de West Burlington, pour étudier s'il est possible d'utiliser les vents et les courants d'air pour produire de l'électricité en quantités suffisamment grandes pour être utilisées commercialement. D'autres compagnies de distribution collaborent avec la première société. Ce sont : la Detroit Edison company, la Midland west utilities company, la Standard gas electric company, la United gas improvement company et la United light and power company.

Dans sa revue de la presse, la National electric light association cite, à ce sujet, le *Syracuse New-York Herald* du 1er octobre, qui donne les renseignements suivants :

La génératrice de courant « moulin à vent » ressemble, dans ses grandes lignes, au bateau à hélice qui traversa l'Atlantique d'Allemagne aux Etats-Unis, il y a plusieurs années, et a été inventé par Julius-D. Madaras. Le coût de la première machine sera de 2.500.000 francs, alors que les suivantes ne coûteront plus que 1.000.000 francs. On escompte que chaque rotor pourra produire une puissance de 1.000 kilowatts par vent de 48 kilomètres à l'heure. Si cette première installation donne les résultats que l'on en attend, une autre installation de 15 à 20 machines sera faite dans l'est, en un point où les vents sont plus constants. Pour l'instant, cette première installation sera utilisée à titre d'appoint dans un système de distribution thermique et hydraulique.

L'énergie du vent est bien moins chère que l'énergie thermique ou l'énergie hydraulique ; mais, bien entendu, personne n'envisage, à l'heure actuelle, qu'elle puisse concurrencer ces deux dernières formes de l'énergie. Toutefois, dans l'avenir, lorsque la science aura découvert le moyen d'accumuler l'énergie électrique, elle peut devenir un facteur non négligeable.

Remarquons que des quantités illimitées d'énergie créée par les rayons cosmiques, le soleil, le vent et les marées sont gaspillées tout autour de nous. Mais les compagnies de production d'énergie sont décidées à en récupérer une partie si c'est possible. L'essai du rotor « moulin à vent » est un premier pas dans cette direction. (*Circulaire* de l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique, 15 janvier 1932.)

Erratum.

Dans notre numéro de février dernier, le titre de l'article de M. G. Ollier doit être ainsi modifié : *Câbles de raccordement pour installations téléphoniques.*

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

715.503. Circuits électriques utilisant des valves thermoïoniques ou autres appareils analogues (Le Matériel téléphonique, France).

715.929. Système de télégraphe à interconnexion (Creed and company, Angleterre).

716.113. Perfectionnements aux émissions électriques rapides par bande perforée (Etablissements Edouard Belin, France).

716.114. Perfectionnements aux machines transmettrices et réceptrices de textes sous la forme originale (Etablissements Edouard Belin, France).

716.124. Perfectionnements aux machines réceptrices de messages dans leur forme originale (Etablissements Edouard Belin, France).

716.125. Perfectionnement dans la réception des messages sous la forme originale avec emploi de bandes perforées (Etablissements Edouard Belin, France).

716.218. Perfectionnements aux récepteurs de signaux (Telefonaktiebolaget L.M. Ericsson, Suède).

716.403. Dispositif indicateur de l'heure, notamment pour installations téléscripteuses (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

716.672. Répétiteur pour ligne télégraphique simple (International communications laboratories, Etats-Unis).

Téléphonie.

715.569. Perfectionnements aux systèmes de transmission électrique (Electrical research products, Etats-Unis).

715.711. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

716.021. Perfectionnements aux systèmes de signalisation par courants porteurs (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

716.033. Perfectionnements aux systèmes à valves thermoïoniques (British radiostat corporation, Angleterre).

716.100. Perfectionnements aux systèmes de transmission électrique (Le Matériel téléphonique, France).

716.119. Nouveau système de télécommunication le long des lignes de transport d'énergie (J. Fallou, France).

716.173. Appareil amplificateur pour récepteurs téléphoniques (Schmidt Makrophon, Allemagne).

716.183. Disposition de couplage pour la transmission de signaux dans les installations téléphoniques (Siemens brothers, Angleterre).

716.293. Perfectionnements aux systèmes de transmission de courants de signalisation à fréquence élevée sur les lignes de distribution électriques (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

716.310. Clé d'appel automatique (Société anonyme des Ateliers Brillié frères, France).

716.328. Dispositifs d'essais pour système téléphonique automatique (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

716.329. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

716.333. Embouchure et pavillon pour transmetteurs et récepteurs téléphoniques (Le Matériel téléphonique, France).

716.404. Dispositif et agencement de couplage, notamment dans les installations d'appels d'urgence ou de secours, pour la transmission d'indications caractérisant l'abonné appelant (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

716.503. Perfectionnements aux boîtes pour bobines de charge (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

716.610. Dispositif de microphone (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

716.666. Protecteur pour écouteurs téléphoniques (Luis Villa Sabater, Espagne).

Transmission des images.

715.596. Procédé pour transmettre et recevoir les images (Kolster-Brandes, Angleterre).

715.834. Perfectionnements aux systèmes de transmission d'images à distance (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

715.912. Systèmes de transmission d'images (Westinghouse electric and manufacturing company, Etats-Unis).

716.044. Dispositif de télévision par ondes porteuses (The gramophone company, Angleterre).

716.141. Disposition pour la reproduction d'images dans la télévision (Radiohaus Horny, Autriche).

716.541. Disposition de couplage pour le service d'instruments de télégraphie d'images (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

Radiocommunications.

714.691. Condensateur variable à double effet, notamment pour

radiosignalisation (invention R. Valette) (Société des Etablissements Ducretet, France).

714.721. Dispositif de réglage applicable aux appareils de réception radiophonique (R. Kischinewsky, France).

714.734. Dispositif permettant, à distance du poste récepteur, d'éliminer instantanément la partie indésirable d'un programme et de reprendre l'audition à l'instant précis où cette partie est terminée (J. Kaplan, France).

714.814. Perfectionnements aux appareils agissant sous l'action d'ondes (British radiostat corporation, Angleterre).

714.876. Perfectionnements aux procédés et dispositifs de signalisation (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

714.977. Perfectionnements aux circuits à tubes thermioniques (Marconi's wireless telegraph company, Angleterre).

715.010. Dispositif d'alimentation pour postes récepteurs de T.S.F. (A. L. Bernheimer, Etats-Unis).

715.025. Emetteur à lampes neutralisé (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

715.062. Perfectionnements au réglage de postes récepteurs de T.S.F. (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

715.087. Dispositif d'appel à distance (Ch.-E.-J. Vasseur, France).

715.266. Perfectionnements apportés à l'émission de sons par les récepteurs radiophoniques et les machines parlantes (P. Fabbri, Italie).

715.337. Collecteur d'onde avec dispositif antiparasite (G. Schauly, France).

715.455. Système d'antenne perfectionné (T. Weitling, Etats-Unis).

715.508. Perfectionnements aux systèmes de signalisation par ondes (British radiostat corporation, Angleterre).

715.659. Perfectionnements aux résonateurs électromécaniques (P. C. Ricchiardi, Italie).

715.850. Perfectionnements aux radiogoniomètres (Roger Lénier, France).

715.852. Poste récepteur de T.S.F. (G. Chaumillon, France).

715.853. Dispositif pour éliminer les distorsions dans les amplificateurs à décharge électronique (Aga Baltic radio A.B., Suède).

715.955. Perfectionnements aux moteurs de haut-parleurs électromagnétiques (J.-J.-B.-F. Montluçon, France).

715.970. Montage pour récepteurs de T.S.F. (Ideal Werke Aktiengesellschaft für drahtlose Telephonie, Allemagne).

716.017. Procédé et appareil pour le contrôle de courants alternatifs (David Galen Mc Caa, Etats-Unis).

716.093. Perfectionnements aux postes récepteurs de T.S.F.

et autres machines parlantes ou sonores (Société de gérance et de représentation Nila, France).

716.146. Perfectionnements aux montages utilisant les tubes électroniques à grilles multiples (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

716.324. Perfectionnements aux postes récepteurs d'ondes hertziennes (P. Audemard, France).

716.351. Perfectionnements apportés aux moyens pour déterminer, en fonction d'une certaine variable, la position de plusieurs organes de réglage tels que condensateurs, selfs, résistances, etc., notamment de ceux utilisés en T.S.F. (Société des Etablissements Leclanché, France).

716.490. Perfectionnements apportés sur les appareils récepteurs de T.S.F. à fonctionnement intégral sur secteur à courant alternatif (Société Astorine, France).

716.699. Perfectionnements aux radiogoniomètres (Marconi's Wireless telegraph company, Angleterre).

716.700. Montage détecteur ou amplificateur avec circuit de réaction spécial (H.-Ch. Gérard, France).

39.522. Perfectionnement aux cellules photo-électriques à atmosphère gazeuse (L.-D.-J.-A. Dunoyer, France) (1re addition au brevet n° 668.890).

39.537. Dispositif de couplage pour amplificateurs à haute fréquence (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne) 2e addition au brevet n° 686.454).

Divers.

712.840. Procédé pour la transmission multiple à distance de grandeurs de mesure, de positions d'aiguilles, d'ordres ou d'indications similaires (Siemens et Halske, Allemagne).

716.373. Procédé pour obtenir des propriétés magnétiques favorables dans des alliages magnétiques pour la transmission d'indications à distance (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

BIBLIOGRAPHIE.

Communication networks, Vol. 1, par Ernst A. Guillemin, professeur adjoint d'électrotechnique à l'Institut de technologie de Massachusetts. 1 vol. in-8° de 425 pages, avec 145 figures. New York, John Wiley and sons ; Londres, Chapman and Hall, 1931. — Prix : 25 shillings.

Le titre de cet ouvrage indique, avec le laconisme que permet la langue anglaise, qu'il traite des réseaux utilisés dans la technique des communications électriques. Le premier tome, qui est sous nos yeux, traite des réseaux à constantes non-réparties ; le second tome, à paraître, traitera des lignes, câbles et filtres. L'ouvrage est d'un niveau élevé ; mais l'auteur, qui n'hésite pas à s'appuyer sur des théories mathématiques relativement avancées, garde le souci constant de les utiliser dans des applications concrètes allant jusqu'au calcul numérique ; aussi son exposition se distingue-t-elle nettement de celles des ouvrages classiques connus. Les diverses méthodes qui permettent d'étudier, en régime alternatif permanent ou transitoire, un réseau linéaire, sont comparées du point de vue de la facilité plus ou moins grande avec laquelle elles permettent d'obtenir le résultat cherché ; c'est-à-dire le calcul des variations d'une grandeur électrique déterminée en fonction du temps, à partir de conditions initiales données. Suivant le problème posé, l'une ou l'autre des diverses méthodes, équivalentes en théorie pure, devra être préférée. — Après une étude si rationnelle et si approfondie, la présentation rapide et même superficielle de la méthode de Heaviside faite à la fin de l'ouvrage est plutôt un désappointement. Mais cette réserve ne nous empêche pas de considérer le présent volume comme l'un des plus intéressants, dans son ensemble, qui ait paru récemment dans la technique des communications. Le style employé est tout au long de l'ouvrage celui de la conversation familière d'un technicien expérimenté avec les jeunes

ingénieurs de son bureau, et si ce procédé est parfois surprenant pour un lecteur de la vieille Europe, il se prête du moins très bien à la présentation des vues personnelles de l'auteur, souvent fort judicieuses.

P. L. C.

La televisione, par GIACOMO FURLANI. Trieste, La Editoriale Libraria, 1931. 1 vol. petit in-8° de VI + 202 pages, avec 36 figures. — Prix : 12 lires.

Ce petit livre de vulgarisation scientifique et technique comprend d'abord le rappel des principales notions concernant les radiotransmissions, la lampe à trois électrodes, la cellule photoélectrique.

Après quelques indications sur les premières solutions proposées au XIXe siècle pour le problème de la télévision, mais non réalisées alors par leurs auteurs (Rignoux, Nipkow, Weiler, etc...), une description succincte des principaux systèmes de télévision réalisés récemment est donnée avec de nombreuses illustrations photographiques et schémas de principe : système Baird, système Karolus-Telefunken, système Bell, système Jenkins.

Enfin les principes d'un système de télévision sans aucune inertie, utilisant uniquement des tubes à rayons cathodiques à l'émission et à la réception (suivant les propositions de Campbell Swinton et de Zworykin), est présenté comme offrant d'intéressantes possibilités pour l'avenir.

La brochure se termine par des considérations générales sur la télévision en couleurs, la télévision en relief, l'emploi des ondes courtes pour les transmissions d'images animées, et aussi sur les services que la télévision peut rendre à l'humanité dans l'avenir.

G. V.

Les ultra-sons et la biologie, par F. WOLFERS. Paris, Albert Blanchard, 1931. 1 vol. in-8° de 56 pages. — Prix : 9 francs.

Cette courte brochure est la quatrième de la Collection de suggestions scientifiques, publiée sous la direction de Léon Brillouin. L'auteur rappelle d'abord quelques données physiques relatives aux ultra-sons (ondes de quelques dizaines de mille périodes par seconde, produites en entretenant en vibration un cristal de quartz, et utilisées

pour le sondage sous-marin et quelques autres applications). Cette première partie de l'ouvrage est fort bien conçue et rendra service à plus d'un. L'auteur fait ensuite la « suggestion » que les animaux pourraient peut-être émettre des ultra-sons de fréquence juste au dessus du spectre audible, mettons 20.000 ; ceci expliquerait qu'ils puissent, dans de nombreux cas, paraître correspondre entre eux. L'avenir décidera du bien ou mal fondé de cette hypothèse. P. L. C.

Annuaire pour l'an 1932 publié par le Bureau des longitudes, avec des notices scientifiques. Paris, Gauthier-Villars, 1 vol. in-16 de VIII + 1040 pages. — Prix : 12f.

L'Annuaire du Bureau des longitudes pour 1932 contient, en dehors des tables astronomiques bien connues et qui font autorité, des tables de constantes physiques et chimiques et deux annexes importantes ; l'une continue l'histoire du Bureau des longitudes à laquelle s'attache depuis plusieurs années M. Bigourdan ; l'autre, par M. G. Fayet, expose nos connaissances sur les petites planètes.

P. L. C.

Conférences d'actualités scientifiques et industrielles. Paris, Hermann, 1931.

Nous avons déjà eu l'occasion de recommander la série de brochures dans laquelle, depuis plusieurs années, la maison Hermann publie le texte des conférences organisées par le Conservatoire des arts et métiers. Les auteurs se sont efforcés, avec un succès marqué, d'exposer d'une manière aussi claire que possible et en tous cas sans longs calculs, les acquisitions scientifiques récentes dans de petits domaines bien délimités. L'analyse détaillée de chacune de ces conférences nous entraînerait trop loin ; voici du moins les titres de celles parues le plus récemment.

XIX. *La haute précision des mesures de longueur au laboratoire et dans l'industrie*, par M.-A. Pérard, sous-directeur du Bureau international des poids et mesures ; prix : 5f ;

XX. *L'effet photo-électrique des rayons X dans les gaz*, par Pierre Auger, assistant à la faculté des sciences ; prix : 5f ;

XXII. *Fluorescence, durée élémentaire d'émission lumineuse*, par FRANCIS PERRIN, assistant à la faculté des sciences ; prix : 5f ;

XXIII. *Les récents progrès de la désintégration artificielle des éléments par bombardement de rayons alpha*, par MAURICE DE BROGLIE ; prix : 5f ;

XXV. *Les applications des rayons X à l'étude des composés organiques*, par J.-J. TRILLAT, docteur ès-sciences ; prix : 5f ;

XXVI. *L'état liquide et les états mésomorphes*, par J.-J. TRILLAT, docteur ès-sciences ; prix : 5f ;

XXVII. *Les systèmes auto-entretenus et les oscillations de relaxation*, par PH. LE CORBEILLER, ingénieur en chef des télégraphes au Laboratoire national de radioélectricité ; prix : 8f ;

XXIX. *L'hydrogène est un mélange : ortho et parahydrogène*, par EUGÈNE DARMOIS, professeur à la faculté des sciences de Paris ; prix : 5f ;

XXX. *Les piles sensibles à l'action de la lumière, leur mécanisme et leurs applications*, par RENÉ AUDUBERT, directeur de laboratoire à l'École des hautes études, chef de travaux au Conservatoire national des arts et métiers ; prix : 8f.

Les principes physiques de la théorie des quanta, par W. HEISENBERG, professeur de physique théorique à l'université de Leipzig. Traduit par B. Champion et E. Hochard, agrégés, préparateurs à l'École normale supérieure. Paris, Gauthier-Villars, 1932. 1 vol. in-8° de x + 126 pages, avec 22 figures.

Ce petit, mais important ouvrage d'un des savants qui ont pris la part la plus originale dans le développement des nouvelles théories quantiques, se recommande de lui-même à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution actuelle des idées physiques. Son titre et (ce qui est plus important) son contenu sont une réfutation de cette objection courante qu'il s'agit là de rêveries théoriques sans fondement réel, alors que, depuis les débuts déjà lointains des travaux d'Einstein et de Planck, c'est poussée par la nécessité de l'explication des faits expérimentaux gênants que s'est développée la nouvelle physique. M. Heisenberg commence et termine le corps de son exposé par la description et la critique de ces faits expérimentaux ; dans

l'intervalle, il présente les essais d'interprétation auxquels ils ont donné lieu, et plus particulièrement les siens propres. La nouveauté de ces essais, fort attachants au point de vue philosophique comme le fait remarquer M. de Broglie dans une belle préface, réside particulièrement dans la découverte d' « antinomies » qui, bien que d'un caractère logique différent, rappellent un peu celles qui passionnèrent les mathématiciens au début du siècle. La physique newtonienne n'ignorait pas qu'il n'existe pas, dans la nature, de point isolé ; mais elle pensait avoir le droit de s'en servir dans ses raisonnements comme limite d'un corps matériel de dimensions de plus en plus restreintes. On doute à présent, et spécialement depuis M. Heisenberg, que ce passage à la limite soit correct avec toutes les conséquences qu'il implique, et il est maintenant bien connu qu'un corpuscule matériel très petit diffère essentiellement du « point » de la mécanique rationnelle en ce que sa position et sa vitesse ne peuvent être simultanément connues avec une précision sans limite. Mais la physique contemporaine est édifiée sur une dualité des ondes et des corpuscules qui rappelle encore des concepts mathématiques familiers ; et M. Heisenberg de nous montrer que l'onde physique, elle aussi, diffère de l'onde des traités de physique mathématique par des conditions de quanta qui s'introduisent là d'une manière aussi nécessaire que dans la théorie du corpuscule. Les deux points de vue sont donc, comme il convient, rigoureusement équivalents. M. Heisenberg a rejeté dans un appendice certains développements mathématiques ; le corps du volume, tout en s'appuyant sur les représentations mathématiques indispensables, les réduit au strict minimum ; sa rédaction rappelle en cela celle de l'excellent petit volume de M. Haas que nous recommandions ici même, et à la suite duquel il se lira avec intérêt et profit. Ne manquons pas de signaler que la traduction est exceptionnellement habile.

P.L.C.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

EVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 7-4-32.

LES TIMBRES-POSTE FRANÇAIS,

par L. DEMOULIN,
directeur de l'atelier de fabrication des timbres-poste.

Dans une étude précédente, nous avons examiné les modes successifs de fabrication des timbres-poste français. Nous allons maintenant passer en revue les différents types de vignettes qui ont été employés par notre administration postale, en suivant, autant que possible, l'ordre chronologique. Mais nous le ferons exclusivement au point de vue historique et artistique, et non en collectionneur recherchant à la loupe les variantes de tirages inévitables et aussi les modifications de détail qu'ont pu subir certaines figurines.

Cérès ou Liberté. — On sait que les premiers timbres-poste furent utilisés en France à partir du 1er janvier 1849. On les appela d'abord *cachets* puis *timbres-franchises*. Lors de leur création, on décida, en principe, qu'ils seraient à l'effigie de la République, du type adopté pour la Monnaie par un décret récent. En réalité, le comité chargé du choix du sujet retint le projet proposé par Barre, graveur à la Monnaie.

Tout en respectant l'idée directrice, l'artiste, dans son dessin, imagina de symboliser la République par une allégorie nouvelle. Elle se présente sous les traits d'une femme vue de profil et dont le haut du buste seul est figuré, comme dans une médaille. La tête est ceinte d'une couronne formée d'épis, de pampres et d'une branche d'olivier, la chevelure retombant sur le cou en ondes naturelles. Les attributs dont la tête est ornée ont fait donner dans la suite, à l'œuvre de Barre, le nom de « Cérès » qui, chez les Romains, était la déesse des mois-

sons, de l'agriculture et aussi de la civilisation. Le profil s'inspire de la plus pure tradition antique, remise en honneur par David, le dictateur aux arts, qui avait réagi si vigoureusement contre les mièvreries du siècle précédent. Par contre, la composition de la couronne semble indiquer que Barre a subi aussi l'influence du romantisme alors naissant. Les plus beaux espoirs étaient mis dans la nouvelle formule de gouvernement. Après des périodes aussi troublées, le pays aspirait à la tranquillité, un esprit nouveau se manifestait. L'artiste a visiblement voulu le synthétiser en adjoignant à sa figure principale les attributs qui symbolisent le travail fécond dans le calme de la paix. Le sujet se détache nettement sur un fond mat entouré d'un cercle fait de perles, qui forme encadrement. Le cercle lui-même est inséré dans un rectangle en demi-teinte ; sur ce grisé, sont gravés, en haut, les mots REPUB. FRANC. ; en bas, le mot POSTES avec, de chaque côté, les chiffres de la valeur qui se répètent.

L'ensemble est harmonieux dans sa sobriété. L'attitude du personnage est noble et sereine, comme il sied à une figure symbolisant une grande nation consciente de sa force pacifique. Nous nous permettrons cependant une critique : elle a pour objet l'absence de modelé dans le visage. Il nous a été donné de voir de beaux spécimens de cette émission, non oblitérés, ayant conservé la fraîcheur de leur coloris et dont l'impression était parfaite : le manque de relief y est frappant ; il ne provient donc pas, comme on pourrait être tenté de le supposer, d'une exécution défectueuse, soit dans l'établissement des clichés, soit dans l'impression ; il existe donc bien dans le poinçon original. Si on peut le regretter, il ne faut pourtant pas s'en étonner outre mesure. Barre, qui était attaché à l'hôtel des Monnaies, était graveur en médailles. Il devait, dira-t-on, savoir modeler une tête. Il le savait sûrement, et probablement avec art ; il est à peu près certain aussi que son dessin était parfait à ce point de vue ; mais modeler une figure avec la glaise, le plâtre ou le crayon et la modeler en vue d'une reproduction graphique en relief sont des techniques absolument différentes et il est permis à un artiste de ne pas pratiquer tous les procédés. Ce devait être le cas de Barre ; cela n'enlève d'ailleurs

rien à sa valeur artistique personnelle; mais, s'il avait eu la maîtrise nécessaire au buriniste, la « Cérès » qui nous occupe eût été vraisemblablement une œuvre parfaite.

D'un avis imprimé en octobre 1848 et affiché sur tout le territoire pour annoncer la création des timbres-poste, coïncidant avec l'application de nouvelles taxes postales, nous soulignons le passage suivant :

Le public reste libre d'affranchir ou de ne pas affranchir ses lettres ordinaires ; cependant, pour faciliter l'usage de l'affranchissement et pour éviter aux citoyens les déplacements auxquels le mode actuel de l'affranchissement les oblige, l'Administration fera vendre au prix de 20 centimes, de 40 centimes et d'un franc des timbres ou cachets dont l'apposition sur une lettre suffira pour en opérer l'affranchissement dans toute l'étendue de la République. Chaque citoyen pourra ainsi, au moyen de ces timbres-cachets, affranchir ses lettres sans être obligé d'en acquitter le port en argent dans les bureaux de poste.

Ces timbres consistent dans une petite estampe représentant une tête de Liberté, imprimée en encre rouge, bleue ou noire, sur un papier dont le revers est enduit d'une légère couche de gomme. Le prix de chaque timbre se distingue par la couleur de l'encre.

Pour affranchir une lettre, il suffira donc d'humecter le côté du timbre qui est enduit de gomme, et de l'appliquer sur l'adresse de la lettre que l'on peut ensuite jeter à la boîte en toute confiance et sans autre formalité, etc...

Retenons ces mots : « la lettre que l'on peut ensuite jeter à la boîte *en toute confiance.* » Avec le recul du temps, ils constituent un hommage à la psychologie de l'administration. Celle-ci paraissait prévoir que la mesure projetée serait accueillie avec défiance, comme le sont ordinairement toutes les innovations. Et, en effet, le public bouda pendant longtemps, malgré l'appel qui lui fut adressé pour montrer l'avantage de l'affranchissement par l'expéditeur. L'administration écrivait notamment :

L'usage d'affranchir les lettres, si répandu en Angleterre, rencontre en France des résistances que le public et l'Administration auraient également avantage à faire disparaître. On s'imagine que les lettres affranchies sont distribuées avec moins d'exactitude que celles dont la taxe doit être recouvrée sur les destinataires. C'est une erreur qu'on ne saura trop s'attacher à combattre. L'administration des Postes ne cesse de veiller à ce que le service de ses facteurs soit exécuté dans toutes ses parties avec une égale ponctualité, et la responsabilité de ses agents est soumise à un contrôle trop attentif pour qu'ils puissent impunément s'écarter de leurs devoirs. Dans les grandes villes et surtout à Paris, les lettres sont généralement déposées entre les mains des portiers. Là s'arrêtent toute action et toute surveillance de la part de l'Administration. Or, il peut arriver que des lettres affranchies, ainsi livrées à des dépositaires indifférents, soient remises aux destinataires avec moins d'empressement que lorsque les portiers ont à se récupérer du montant des taxes avancées par eux aux facteurs...

Malgré cet appel, le public de l'époque restait en partie réfractaire à l'affranchissement préalable des lettres. Les uns le considéraient comme une incorrection vis à vis des destinataires, les autres pensaient que la poste ne ferait pas tout le nécessaire pour remettre à leurs correspondants des lettres dont la taxe était déjà perçue. Cet état d'esprit subsistait encore cinq ans après la création des timbres-poste. Mais ce que la persuasion n'avait pu obtenir devait être réalisé par la loi des 20/25 mai 1854, dont les dispositions, applicables à partir du 1er juillet suivant, fixaient à 20 centimes le prix du transport des lettres ordinaires et taxaient à 30 centimes les correspondances non affranchies. La bourse des citoyens, comme on disait alors, étant directement visée, les usagers, comme l'on dirait aujourd'hui, s'empressèrent de déférer aux conseils de l'administration. Le progrès important que la création des timbres-poste présentait sur l'organisation ancienne entra, dès lors, en plein épanouissement. Nous nous sommes permis cette petite digression pour montrer combien certaines des commodités, des facilités dont nous jouissons maintenant si naturellement ont été parfois si lentes à être appréciées et à entrer dans les mœurs.

Louis-Napoléon Bonaparte. — De graves événements politiques devaient bientôt apporter un changement dans la vignette postale. Après le coup d'Etat du 2 décembre 1851 et le plébiscite qui suivit, le prince Louis-Napoléon Bonaparte était nommé président de la république pour dix ans et une loi du 3 janvier 1852 décidait que son effigie figurerait sur les monnaies et les timbres-poste. Pour ces derniers, on conserva cependant, avec quelques variantes, la présentation de la première figurine, et Barre, l'auteur de celle-ci, fut chargé de graver les traits du prince.

Le président est représenté de profil, en effigie, se détachant sur un fond mat circulaire, semblable à celui de la « Cérès ». Le grisé extérieur est formé ici de lignes brisées irrégulières et verticales. Il est entouré d'un encadrement constitué à droite et à gauche par une grecque

blanche sur fond teinté. En haut et en bas, le même fond, sur lequel sont gravés les mots REPUB. FRANC. et POSTES, avec, de chaque côté de ce dernier, des chiffres minuscules représentant la valeur. Aux quatre angles du cadre, un carré avec un fleuron.

Si Barre n'a fait aucun effort d'imagination pour sa nouvelle composition, il faut reconnaître que la gravure, l'interprétation sont nettement supérieures à celles de son premier timbre. La figure du prince, avec ses traits réguliers, sa barbiche légendaire, a le relief d'un camée ; le dessin en est délicat et très pur. Un modelé ne laissant rien à désirer contribue à la juste observation des valeurs. Il semble qu'au moment de la gravure de ce timbre, l'artiste avait acquis l'habileté qui paraissait lui manquer quand il interpréta sa « Cérès ». On ne peut supposer, en effet, que, pour graver Louis-Napoléon, il se soit fait aider par un spécialiste de la gravure graphique en relief. Barre, qui était un véritable artiste, avait dû se rendre compte de la note qui manquait à son œuvre initiale et il avait dû travailler à se perfectionner dans une voie qui ne lui était pas familière. D'ailleurs, trois ans s'étaient écoulés depuis la première émission : c'était plus de temps qu'il n'en fallait à un artiste averti pour atteindre le but poursuivi.

Napoléon III. — Après le nouveau plébiscite des 21 et 22 novembre 1852, la république faisait place au second empire. Un décret rendu le 2 décembre suivant prescrivait le maintien du type de timbre-poste en service, en substituant cependant les mots EMPIRE FRANÇ. à l'ancienne légende REPUB. FRANÇ.

Napoléon III lauré. — Cette vignette fut employée pendant quelques années, c'est-à-dire jusqu'au moment où Napoléon III, imbu de sa puissance à l'intérieur et du succès de nos armes à l'extérieur, crut devoir ceindre son effigie d'une couronne de lauriers. Une décision du 7 juin 1861 prescrivait donc une émission nouvelle à l'effigie laurée, et la gravure du poinçon fut confiée à Albert Barre, fils du précédent et, comme lui, attaché à la

Monnaie. En réalité, et en raison des délais d'exécution, l'émission de toutes les valeurs ne fut achevée qu'en 1866.

Les traits de Napoléon de la première émission furent à peu près respectés dans leur ensemble. Mais la présentation eut lieu en trois modèles différents.

Pour les basses valeurs, le cartouche circulaire fut notamment un peu remonté et les chiffres placés aux angles inférieurs, de chaque côté du mot POSTES, purent être très grands. Le pourtour du cartouche fut formé d'un grisé à lignes horizontales ondulées.

Dans les valeurs moyennes, le cadre des anciens timbres a été maintenu dans l'ensemble et le grisé composé de lignes verticales droites séparées par des rangées de points. De plus, les quatre angles ont un croisillon et non un fleuron.

Enfin le timbre de 5 francs est oblong ; le portrait est au centre, entouré du même dispositif de perles, mais aussi de cercles concentriques, dont deux sont réunis par des hachures. L'ensemble forme ainsi un médaillon très simple, qui est tangent aux deux grands côtés du timbre ; il est enchassé, au surplus, dans un rectangle central, entouré lui-même d'une bande pleine sur laquelle se détachent : en haut, les mots EMPIRE FRANÇAIS ; en bas, TIMBRE POSTE ; de chaque côté, une grecque. La partie visible du rectangle est elle-même limitée par un cadre, et l'intérieur forme un grisé constitué par des lignes horizontales alternant avec des rangées de points. Sur la partie gauche du grisé, figure la valeur 5 et sur la droite, la lettre F.

Si l'on considère les traits de l'empereur, dont l'effigie est la même dans les trois présentations que nous venons d'examiner, on voit qu'il n'y a pas de différences bien sensibles avec ceux de la première émission. Cependant, la moustache tombante est ici

relevée d'une pointe et le nez est peut-être un peu plus arqué : la physionomie n'a plus ce caractère mélancolique qui était, paraît-il, naturel à Napoléon III ; elle a pris une allure vigoureuse, conquérante, comme il convient à un monarque s'auréolant de couronnes de lauriers.

Dans son œuvre, Albert Barre a montré qu'il n'était pas inférieur à son père, deuxième manière. La gravure révèle la possession complète d'une technique étrangère à celle des artistes ordinaires de la Monnaie ; et, dans la composition nouvelle du timbre de 5 francs, d'une élégante simplicité dans la recherche des moyens décoratifs, il a fait preuve de goût et de talent.

Cérès. — Après le désastre de Sedan, la république est proclamée le 4 septembre 1871. Le territoire est envahi et Paris même ne tarde pas à être investi, d'où la désorganisation temporaire des services postaux. Il est prescrit notamment aux employés de l'administration d'affranchir les lettres en numéraire s'ils ne disposent plus de timbres-poste ; on revient donc, du moins accidentellement, au mode utilisé avant 1849 : le payement de la taxe est indiqué sur les correspondances par l'apposition d'une griffe P.P., signifiant « Port payé ».

Dès le début de son accession au pouvoir, le nouveau gouvernement s'était cependant préoccupé de mettre les timbres-poste en harmonie avec le nouveau régime. Il fut décidé de revenir à la « Cérès » de la première république et, avant le 1er janvier 1871, trois des valeurs les plus usuelles avaient été mises en service.

Cependant, l'investissement de Paris, où les timbres-poste étaient fabriqués, ne permettant plus l'approvisionnement des bureaux, on organisa une fabrication en province : elle eut lieu à Bordeaux, en impression lithographique, mais également avec la Cérès. Il y eut alors simultanément deux modes de tirage employés : typographie à Paris, lithographie à Bordeaux. Si l'on ajoute que, pour ces derniers, la vignette Cérès avait dû être dessinée de nouveau, on ne s'étonnera pas que des différences

plus ou moins sensibles existent entre les deux émissions, différences sur lesquelles pâlissent les collectionneurs, mais dont l'étude ne rentre pas dans le cadre de notre travail. Toutefois, il convient de noter que, pour les timbres d'un, deux et quatre centimes, la valeur, qui se répète, est figurée en grands chiffres, disposés sur le grisé en bas du médaillon, de chaque côté du mot POSTES.

Quand tout rentra dans l'ordre, après la guerre et la Commune, la fabrication des timbres se continua à Paris, exclusivement en employant la « Cérès » de 1849, avec cette particularité que les grands chiffres de l'émission lithographique de Bordeaux furent conservés pour les basses valeurs.

Toutefois, pendant quelques mois, en l'absence de planches suffisantes et en attendant leur réfection, on utilisa dans une certaine mesure les anciens clichés des valeurs impériales. En employant ces timbres au portrait de l'empereur, le public pensa sans doute que l'administration, gardienne vigilante des intérêts du Trésor, liquidait ses anciens approvisionnements d'avant la guerre.

Type allégorique Sage. — Quelques années passèrent. La république proclamée ne reposait pas encore sur des bases bien solides : elle était vivement combattue par les partisans des anciennes familles régnantes, qui menaient une vigoureuse campagne en faveur du retour à l'état de choses primitif. Dans ces attaques, l'opposition ne ménageait pas l'innocente « Cérès », qui représentait à l'époque l'effigie de la Liberté, de la Liberté qui est l'un des principes de la république. Et les dirigeants du nouveau régime, soit qu'ils voulussent l'apaisement, soit qu'ils manquassent de confiance dans ses destinées, décidèrent de remplacer la vignette subversive par un timbre ne devant pas avoir de « caractère politique ».

En effet, le *Journal officiel* du 9 août 1875 publiait l'avis d'ouverture d'un concours public pour la création d'un nouveau type de timbre-poste. Dans les dispositions du programme, nous relevons notamment :

Le nouveau type de timbre-poste, dans la composition duquel doivent figurer les mots « Postes » et « République Française », comportera soit une ou plusieurs figures, soit une ou plusieurs têtes emblématiques.

Ces figures ou ces têtes pourront être empruntées à la personnification de la France, du Commerce, de l'Industrie, de l'Agriculture, de la Loi, de la Justice, des Arts, etc., etc., mais ne devront pas avoir de caractère politique.

Quinze jours seulement étaient donnés aux concurrents et, malgré ce court délai, quatre cent quarante projets furent soumis à une commission composée principalement de membres de l'Institut.

Le choix se porta sur un dessin de J.-A. Sage qui, d'après son auteur, représentait « Le Commerce et la Paix s'unissant et régnant sur le Monde ». Toutefois, il fut demandé à l'artiste d'apporter à son sujet quelques modifications de détail, suggérées notamment par le peintre Meissonier. La gravure du poinçon fut confiée à Mouchon, graveur de grand talent.

La composition définitive de Sage représente deux figures allégoriques dessinées en pied, s'appuyant sur une mappemonde par dessus laquelle elles allongent le bras et s'unissent de la main. A droite, Mercure, sous les traits d'un jeune homme à l'anatomie puissante, symbolise le Commerce. Il est coiffé du chapeau classique à bords étroits orné de deux ailes. De la main gauche, l'avant-bras étant relevé, il tient un caducée. Il a des ailes aux talons et il est presque entièrement nu : seule, la partie inférieure du buste est recouverte d'un voile, qui retombe en drapant le haut de l'une des jambes. A ses pieds, mais à peine visible, un sac entr'ouvert laisse échapper des pièces de monnaie. A gauche, dans une pose symétrique, la Paix, représentée par une femme aux lignes sculpturales harmonieuses. La tête est coiffée de lauriers ; le torse est nu, le bas du corps seul étant recouvert d'une draperie. La main droite tient un rameau d'olivier reposant sur l'épaule. Aux pieds du personnage, on a peine à distinguer une corne d'abondance, laissant déborder fleurs et fruits. Sur la mappemonde qui sépare les deux figures, sont schématisés les continents. Le globe est d'ailleurs masqué en grande partie par un cartouche rectangulaire clair dans lequel sont logés les chiffres de la valeur. L'ensemble de la compo-

sition se détache sur un grisé ligné, sur lequel on lit, en haut, entre les deux personnages, le mot POSTE *au singulier* (disons, en passant, que c'est le seul type des timbres français qui comporte cette particularité). A la base, dans un cartouche rectangulaire tenant toute la largeur de la vignette, figure la légende REPUBLIQUE FRANÇAISE.

On peut dire que Sage, dans son dessin, a rigoureusement respecté les indications du programme. Les plus ombrageux ne pouvaient réellement y trouver une allusion politique quelconque. Le Commerce, qu'il était d'ailleurs permis de symboliser, a été pratiqué sous tous les régimes, les échanges étant l'un des fondements de toute civilisation, même embryonnaire. La Paix a régné également sous toutes les formes de gouvernement, dans la limite (hélas ! bien précaire) de la sagesse des hommes. Voilà pour les idées, mais il faut bien constater que, pour leur interprétation, Sage n'a rien innové. Suivant la tradition, il a placé le Commerce sous le signe de Mercure, d'un Mercure évoquant la Renaissance italienne. Son allégorie de la Paix est traitée également, osons-nous dire, dans la manière classique de tous les temps. Ces observations, qui ne sont d'ailleurs pas des critiques, ne tendent pas à diminuer la valeur artistique du sujet. Sage n'a pas cherché à s'évader des formules toutes faites, c'est évident ; mais sa composition est heureuse, harmonieuse même ; le dessin est exact, l'ensemble est d'un artiste nourri des plus pures traditions. Quant à la gravure, elle est d'un maître buriniste ; dans un cadre aussi réduit que celui d'un timbre-poste de si modeste format, Mouchon a su, malgré les difficultés de la tâche, interpréter de façon délicate et parfaite l'œuvre de Sage. Aussi l'émission fut-elle bien accueillie par un public qui ne se passionnait pas encore pour les timbres-poste, du moment que ceux-ci n'éveillaient en lui aucune susceptibilité d'ordre politique.

Concours de 1894. — Cependant, avec le temps, les idées évoluèrent et, lors de la discussion du bugdet de 1893, la Chambre des députés opéra sur le chapitre 10 du budget des Postes un relèvement de 100 francs pour indiquer sa volonté de voir modifier

la vignette des timbres, en invitant le gouvernement à établir, au moyen d'un concours public entre artistes français, une vignette nouvelle « ayant le caractère véritablement républicain et moderne ».

En conséquence, l'administration organisa un concours, dont le programme fut publié par le *Journal officiel* du 4 février 1894, pour la « création d'un nouveau type de timbre-poste répondant « par la composition de sa vignette au régime politique de la « France ».

Une exposition des six cents dessins présentés eut lieu les 6 et 7 mai suivant à l'Ecole des Beaux-Arts. Les commentaires de la presse furent très sévères et le jury lui-même estima qu'aucun des sujets n'était susceptible d'être choisi pour devenir le type du timbre-poste national. Il fut cependant alloué une prime de 500 francs à chacun des auteurs des cinq dessins jugés les meilleurs. Devant cet insuccès, le jury émit le vœu que, pour tenir compte du désir du parlement, il serait souhaitable de confier une commande directe à un maître incontesté.

L'allégorie de Sage, bien que ne reflétant plus, aux yeux de certains, des idées orthodoxes, devait servir encore pendant des années à l'affranchissement des correspondances.

Emission de 1900. — Jusqu'en 1900, et quel que fût le régime politique, la Poste n'employa, en France, qu'un seul type de vignette. Mais le trafic prenait de plus en plus d'importance, des besoins multiples apparaissaient, d'où la nécessité de créer de nouvelles valeurs, dont la liste s'allongeait démesurément. Il convenait donc de créer plusieurs types, de manière à rendre plus facile la distinction des valeurs entre elles. Il fut alors décidé que l'on emploierait trois vignettes différentes, et pour les dessins on eut recours, à la fin de l'année 1899, à la commande directe préconisée par le jury de 1894.

1. *Type allégorique Blanc.* — Pour les basses valeurs, de 1 à 5 centimes, le projet de Joseph Blanc, artiste peintre de grand talent, fut adopté, et la gravure confiée à Emile Thomas.

Le dessin est une allégorie qui symbolise la devise de la République. Dans une composition rappelant assez la forme d'un fer

à cheval, la Liberté est représentée par une déesse ailée appuyée plutôt qu'assise sur un cartouche circulaire contenant le chiffre de la valeur. Ses ailes, largement éployées, débordent du fer à cheval pour atteindre les deux angles supérieurs du cadre extérieur formé d'un simple trait. La torse nu, elle est drapée en bas d'un voile dont émergent les pieds ; la tête est ceinte d'une couronne. De la main droite, le bras étant élevé dans un geste élégant, elle tient une balance portative, qu'elle regarde avec la préoccupation évidente d'égaliser les deux plateaux : c'est le signe de l'Egalité. Le bras gauche repose négligemment sur le côté, la main tenant une sorte de miroir surmonté d'un rameau d'olivier. De l'autre côté du cartouche, sous la balance, deux petits génies ailés et nus s'étreignent et s'embrassent : ils figurent la Fraternité. Sur le pourtour de la composition, se lit, sur un grisé, la légende REPVBLIQVE FRANÇAISE. En bas du cartouche, entouré d'une couronne de laurier, se détache sur une sorte de socle le mot POSTES.

Nous dirons du dessin de Blanc ce que nous avons dit de celui de Sage : c'est l'œuvre d'un classique. L'artiste a symbolisé d'une façon heureuse la devise républicaine, mais sans y apporter d'idées nouvelles. On connaissait déjà, pour figurer la Liberté, la femme ailée qui, indépendante, va, vient, s'évade ; et la balance au fléau horizontalement rigide, et les petits amours qui s'embrassent, n'ont pas appris davantage le langage de l'Egalité et de la Fraternité. Du moins, ces éléments, groupés en un parfait équilibre, constituent une composition assez harmonieuse ; elle le serait tout à fait si, à la réduction d'un timbre-poste, elle ne présentait quelque confusion. Il était donc bien difficile à Thomas, quel que fût son talent, de rendre clair, à la gravure, un dessin un peu chargé. Il s'en est tiré pourtant fort honorablement par une exécution délicate ; mais les finesses mêmes de son travail sont, en typographie, une cause permanente d'empâtements à l'impression. A cause des difficultés qu'elle présente à ce point de vue, on ne s'étonnera donc pas des souhaits qui sont formés, dans notre service, pour la disparition de cette vignette,

qui, mise en service en décembre 1900, est encore en usage.

2. *Droits de l'homme (1er type).* — Pour les valeurs moyennes, de 10 à 30 centimes, il fut fait choix d'un dessin de Mouchon, le graveur du type Sage. Or, particularité qui ne manque pas de saveur, ce dessin était l'un des cinq sujets primés au concours de 1894 et alors jugés indignes de symboliser la France « républicaine et moderne ». Il fut cependant demandé à l'artiste de remplacer le casque du dessin initial par le bonnet phrygien et de placer nettement la tête de profil. La gravure fut naturellement confiée à l'auteur de la maquette, puisqu'il était lui-même graveur réputé.

Le dessin représente une République assise, la tête étant placée de profil et regardant à droite. Elle est coiffée, nous l'avons vu, d'un bonnet phrygien entouré d'une couronne de laurier. Le corps, légèrement tourné de face, la poitrine découverte, est vêtu d'une cuirasse et d'un costume disposé à l'antique. De la main gauche, le personnage tient une tablette reposant également sur les genoux et sur laquelle on lit l'inscription DROITS DE L'HOMME. De la droite, elle tient, s'appuyant sur l'épaule, une « main de justice », c'est-à-dire une verge surmontée d'une main ouverte, symbole du droit de justice. L'ensemble se détache sur un fond ligné et entouré d'un cadre très simple orné d'une guirlande de feuilles. A l'angle droit supérieur, dans le grisé, est aménagé un cartouche rectangulaire dans lequel se trouvent le mot POSTES et les chiffres de la valeur ; en bas du timbre, la légende REPVBLIQVE FRANÇAISE.

Il n'est pas sans intérêt de connaître les raisons qui ont guidé Mouchon dans la composition de son dessin. Nous les trouvons dans une lettre de cet artiste adressée à Arthur Maury, collectionneur et marchand de timbres, qui avait laissé entendre que le dessin du nouveau timbre rappelait étrangement un assignat de 1793.

Une erreur consiste à croire et à faire croire que j'ai copié un assignat de 1793 dont j'ignorais l'existence aussi bien que vous. Je vous avoue toutefois que, si j'en avais eu connaissance, je n'aurais pas hésité à m'approprier cette idée, qui donne, pour moi, une signification claire à un timbre républicain et français ; la Déclaration des Droits de l'homme et du Citoyen est la plus belle

chose de la Révolution .C'est la Révolution elle-même, pacifique et juste ; c'est pourquoi j'ai donné à ma figurine ces deux attributs : la table de la nouvelle Loi et le Sceptre de la Justice qui doit en assurer l'existence.

Vous pourrez remarquer aussi que ma figure est couronnée d'olivier en signe de paix, mais qu'elle est vêtue d'une cuirasse, arme défensive ; que son ceinturon laisse deviner une épée sous le manteau et qu'une tête de lion, symbole de courage, orne sa cuirasse sur sa poitrine découverte. Chacun de ces détails a une signification, comme vous le voyez.

Le timbre de Mouchon devait être fort malmené, à la séance de la Chambre du 24 décembre 1900, par le député Mirman, qui demanda, sans succès, son retrait immédiat du service.

Que ce timbre soit laid, c'est incontestable. Rappelez vous l'impression navrante que nous avons éprouvée, il y a quelques jours, lorsque, pour la première fois, il nous a été montré. Nous l'avons mis à côté du timbre qu'il devait remplacer et chacun de nous eut l'impression très vive que le nouveau était de beaucoup inférieur à l'ancien. Le timbre de Sage a été fait, en réalité, sous l'inspiration et la surveillance directe de Meissonier, dont Sage était l'élève. M. Mouchon, qui est l'auteur du timbre actuel, n'a fait que graver la vignette dont Sage et Meissonier étaient en réalité les dessinateurs. Cette petite vignette, au moins comme travail artistique, est vraiment très nette et très fine : elle présente à l'œil quelque chose d'harmonique. Mettez-là à côté du nouveau timbre, elle vous apparaîtra comme un chef-d'œuvre. Dès lors, chacun de se demander pourquoi changer.

Je sais bien à quelle pensée a obéi l'Administration en portant son choix sur le dessin qui m'occupe : il lui a semblé qu'il était bon que la France eût un timbre particulier, dont le dessin et l'inspiration fissent reconnaître tout de suite, sans qu'une légende fût nécessaire, que c'était bien là le timbre de la République française. J'approuve tout à fait cette idée ; mais il ne suffit pas qu'on inscrive sur un petit carré de couleur « Droits de l'Homme » pour en faire un timbre digne de la France. Mettre les « Droits de l'Homme » sur les genoux d'une femme très laide, cela ne la rendra pas jolie ; mettre les « Droits de l'Homme » au milieu d'un timbre mal gravé et mal conçu, cela n'en fera pas une œuvre d'art. Je le répète, le timbre de la République ne peut être, ne doit pas être quelque chose de laid avec une inscription républicaine au milieu.

Regardez de près cette petite vignette : vous verrez un bras qui a l'air malade, entortillé de linge, porté en écharpe, comme après une opération. La table même des « Droits de l'Homme » ne repose que sur les genoux, elle est placée là comme au hasard ; la République symbolique qui la porte ne la regarde point et se contente de la montrer de loin à quelque spectateur indifférent et dont elle-même ne s'occupe point.

A cette violente diatribe, M. Mougeot, sous-secrétaire d'Etat, opposa notamment l'avis favorable de l'administration des Beaux-Arts, à laquelle le timbre avait été soumis, et la Chambre dut voter pour départager les contradicteurs. La vignette fut maintenue.

2bis. *Droits de l'homme (2e type).* — En 1902, il fut apporté une modification de détail au type « Droits de l'homme ». Le mot POSTES, qui figu-

rait dans le cartouche rectangulaire au dessus de la valeur, fut gravé dans la partie supérieure du cadre. Le cartouche lui-même perdit sa forme rigide, il devint plus décoratif, et le style des chiffres, plus réduits, fut également modifié. Il ne fut pas touché au personnage de la vignette.

Notre sentiment personnel est que les critiques portées si âprement à la tribune de la Chambre sont quelque peu exagérées. Le timbre de Mouchon mérite mieux que cet excès d'indignation. En ce qui concerne l'idée directrice, l'artiste s'est expliqué ; elle est d'ailleurs conforme à l'esprit ayant présidé à l'émission de ce nouveau timbre. Mais tout est discutable, surtout les idées. Celle de Mouchon a-t-elle été bien ou mal interprétée et dans le dessin et dans la gravure ? Si le visage du personnage manque un peu de noblesse, accent qu'il est d'ailleurs bien difficile de traduire dans une face de trois millimètres, il faut reconnaître que l'ensemble a une belle allure. La pose ne manque pas de fierté et de force tranquille. Quant au dessin, il est très sûr et les plis de la robe notamment sont très étudiés. La maquette avait d'ailleurs reçu l'agrément de la direction des Beaux Arts ; or, sans vouloir dire que cet organisme n'estampille que des chefs-d'œuvre, son visa d'acceptation offre tout de même quelque garantie au point de vue artistique. Quant à la gravure, elle n'est pas inférieure à celle du type Sage, du même artiste : ce timbre est aussi finement exécuté ; Mouchon y a apporté d'autant plus de conscience et de savoir qu'il interprétait une œuvre personnelle. Il était, au surplus, en pleine possession d'un talent qu'il devait conserver jusqu'à la fin de sa vie.

3. *Type allégorique Luc-Olivier Merson.* — Il fut décidé que les timbres-poste de valeurs supérieures, de 40 centimes à 5 francs, seraient imprimés en deux couleurs et de format double. Un dessin de Luc-Olivier Merson fut adopté, et la gravure confiée à Thévenin.

La composition est une allégorie : « La France se repose dans sa force ». A droite, au premier plan, une femme symbolisant la République est assise, les jambes étendues, légèrement remontées aux genoux dans une attitude de repos et de méditation. Coiffée d'un bonnet phrygien, elle est revêtue d'une robe entr'ouverte

en haut et élégamment drapée en plis harmonieux. La poitrine apparaît protégée par une cuirasse largement évasée au cou. Les manches sont relevées jusqu'aux coudes, laissant les avant-bras nus. Celui de droite se relève : la main soutient la tête, alors que le coude repose sur le genou. La main gauche, dont le bras est dans la position naturelle, tient un glaive au fourreau reposant en travers des jambes repliées. A gauche, un olivier, dont le feuillage d'une branche s'incline légèrement au dessus de la femme assise jusqu'à lui toucher le bras droit relevé et l'épaule. Au tronc de cet olivier, est accroché un écusson rappelant un bouclier, dans lequel sont inscrits les chiffres de la valeur. Au deuxième plan, un portique demi-circulaire repose sur une sorte de socle, en avant duquel se lit la légende REPVBLIQVE FRANÇAISE. Sur la partie supérieure de l'arcade, se détache le mot POSTES. L'ensemble est entouré d'un double cadre : un grisé intérieur et un filet solide extérieur.

Le moins que l'on puisse dire est que la composition est excellente, bien ordonnée et du meilleur effet ; le dessin est vigoureux. L'attitude générale du personnage est empreinte d'une noblesse que rehausse encore la sérénité du visage. La pose, les gestes sont élégants. Quant aux attributs, ils sont dans leur atmosphère. On ne pouvait d'ailleurs attendre moins du grand artiste que fut Luc-Olivier Merson. Le graveur Thévenin, dans son interprétation, n'a peut-être pas tiré tout le parti possible de cette maquette : on peut notamment regretter l'uniformité de la facture et aussi un manque d'effet tenant à l'inobservation des valeurs. Cette légère insuffisance n'est pas rachetée, au tirage, par la présence d'un deuxième ton, qui apparaît dans le feuillage, sous le portique, en servant ainsi de fond éclairé. Quoi qu'il en soit, nous n'avons jamais eu de critiques bien sérieuses concernant l'œuvre de Merson et de Thévenin, émise au cours de l'année 1900.

Il n'est pas sans intérêt de noter que l'émission des timbres de ces trois types coïncida avec la suppression de l'emploi des papiers teintés utilisés jusqu'alors pour la fabrication des figurines

postales. Tout à fait au début, pour la Cérès, le papier employé était teinté dans la pâte ; puis, dans la suite, on se servit de papier blanc recouvert au préalable d'une teinte imprimée. Celle-ci constituait une sorte de fond de sûreté pouvant empêcher, dans une certaine mesure, l'imitation frauduleuse des timbres-poste. La teinte de fond fut même remplacée en 1892, pour le timbre de 15 centimes par un quadrillé de vernis incolore. Ces précautions onéreuses étant devenues à peu près illusoires par suite des progrès de la photographie qui était déjà une arme puissante entre les mains des faussaires, on les abandonna, et il ne fut plus employé que dupapier blanc. Les teintes avaient, au surplus, un double inconvénient : imprimées à l'encre grasse, elles empêchaient une bonne pénétration dans le papier de l'encre d'oblitération, d'où la possibilité de lavage de figurines oblitérées. Puis, si elles n'étaient pas convenablement choisies, ce qui n'était pas toujours facile, elles pouvaient nuire à la netteté des vignettes ainsi imprimées en camaïeu.

Semeuse azurée. — A la fin de 1902, l'administration décida de remplacer le type des timbres « Droits de l'homme » par une nouvelle vignette. Elle eut alors l'idée d'employer la Semeuse, de Roty, qui depuis quelque temps figurait sur nos monnaies d'argent. Cette effigie avait été, bien entendu, critiquée par les uns, mais louée cependant par le plus grand nombre, ce qui explque son choix pour les timbres-poste. La gravure fut confiée à Mouchon, qui devenait en quelque sorte le graveur officiel. Nul mieux que lui n'était d'ailleurs qualifié pour graver les timbres-poste en relief, que ce soit sur bois, sur bronze ou sur acier. Et, lorsqu'il nous arrive encore, dans l'exercice de nos fonctions, de nous reporter aux poinçons originaux de Mouchon, de les avoir en mains, il nous semble avoir une considération toujours plus vive pour ce grand artiste que nous avons personnellement connu et à la mémoire de qui nous sommes heureux de rendre hommage. On peut discuter sa composition des « Droits de l'homme », et on l'a fait dans les deux sens avec excès, mais sa technique de graveur en relief, ses interprétations sont, à notre avis, indiscutables : elles s'imposent.

Avant d'examiner la Semeuse, qui est encore employée, nous voulons dire en quels termes elle fut annoncée par un grand journal parisien :

L'image qui embellira nos futurs timbres-poste ne sera ni plus ni moins que l'admirable Semeuse de Roty, l'exquise et noble figure qui donne déjà une valeur d'art à nos pièces de monnaie. Est-ce assez simple, gracieux, élégant et joli ? On ne dira pas, cette fois, que la France n'a pas le timbre enfin rêvé, signé d'un artiste illustre, et constituant enfin le modèle attendu,... modèle idéal, œuvre délicieuse et symbolique, qui répandra et vulgarisera au loin le goût artistique de notre France.

On ne pouvait vraiment montrer plus d'enthousiasme à l'annonce de la nouvelle émission, qui parut au cours du deuxième trimestre de 1903. Mais les termes chaleureux employés s'appliquaient autant à l'idée symbolisée par la Semeuse qu'à sa valeur plastique, généralement admise en tant qu'effigie pour pièces de monnaie. Il restait à l'adapter aux timbres-poste et à établir une présentation convenable. Disons tout de suite que cette dernière, qui ultérieurement devait être modifiée plusieurs fois, fut, dès l'origine, très simple. La silhouette de la Semeuse se détacha d'abord sur un fond « azuré », c'est-à-dire formé de hachures horizontales [1], fond coupé en deux parties par une ligne blanche limitant l'horizon : la première, en avant, constitue le sol ; la deuxième, le ciel. Au fond, à droite, le soleil émerge de l'horizon, projetant ses rayons lumineux sur le ciel. La composition, qui est encadrée d'un simple trait, comporte également, se détachant sur le grisé, en haut, la légende REPUBLIQUE FRANÇAISE ; en bas, aux pieds de la figure, les chiffres de la valeur à gauche et, à droite, le mot POSTES disposé verticalement.

Quant à la Semeuse elle-même, elle est la reproduction fidèle de l'œuvre originale. Représentée sous les traits d'une République coiffée d'un bonnet phrygien, les cheveux dénoués flottant au vent, la femme marche d'une fière allure, dans le geste auguste des semailles. Vêtue d'une robe qui la drape de plis harmonieux, elle a les bras nus. De la

1. On qualifie ce fond d'*azuré* parce que les hachures horizontales représentent, en héraldique, la couleur *azur*. (NOTE DE LA RÉDACTION.)

main droite, d'un geste large, elle lance le grain dans le sillon ; de la main gauche, elle soutient le sac gonflé de semences, suspendu à son épaule.

La valeur artistique de cette figure est incontestable. L'attitude est noble, le mouvement et les gestes sont exprimés dans un dessin impeccable. Au surplus, elle symbolise admirablement les intentions pacifiques de la nation ; d'autres ont même voulu y voir la représentation de la France semeuse d'idées.

Quant à la gravure, elle est digne du maître Mouchon. Or la tâche était particulièrement difficile, pour donner au sujet le modelé de la médaille ; et puis aussi la tonalité grise, un peu égale, du fond était une difficulté pour la mise en relief de la belle silhouette de femme si bien composée.

Semeuse sur fond mat, avec sol. — Au début de l'année 1906, il fut décidé de supprimer le fond azuré entourant la Semeuse. A titre d'essai, le graveur Mouchon le remplaça par un fond mat, un à-plat, et il figura le sol sous les pieds de la Semeuse L'adjonction d'un tertre figurant le sol n'ajouta rien à la valeur de la composition ; mais l'opposition créée par le mat formant fond donna plus d'effet à la Semeuse, qui se détache en clair.

Une seule valeur, le timbre de 10 centimes, fut imprimé dans ce type, et mis en vente dans le courant du mois d'avril.

Semeuse sur fond mat, sans sol. — Quelques mois après, nouvelle modification : on fit disparaître le sol sur lequel reposait la Semeuse, et l'on tira ainsi les timbres de 10 et de 35 centimes.

Semeuse sur fond mat, retouchée. — Enfin, en décembre 1907, une dernière retouche fit se détacher plus nettement, sur le fond, le profil postérieur de la Semeuse. Les valeurs de 5 à 35 centimes furent alors imprimées avec ce

type définitif, à l'exception cependant du timbre de 15 centimes, qui conserva le fond azuré.

Observations sur la « Semeuse ». — Les changements apportés à ce timbre semblent marquer des hésitations dans la recherche de la meilleure interprétation de l'œuvre de Roty. Y est-on parvenu ? Il est certain que, dans le dernier type, la Semeuse se détache comme un camée sur le fond sombre qui lui sert de cadre ; sa silhouette est nette et son relief l'apparente mieux à l'effigie de la monnaie. Mais la première composition sur fond azuré peut se défendre aussi ; elle a un effet perspectif que l'on ne trouve pas dans la seconde. Et, dans le domaine des idées, la présence d'un soleil qui se lève n'est-il pas le symbole de tous les espoirs ? Les deux types sont d'ailleurs encore en service.

Qu'elle ait été imprimée sur fond azuré ou sur fond mat, avec terre ou sans terre, la Semeuse est peut-être le timbre français qui a donné lieu aux plus vives polémiques, soit lors de son apparition, soit dans la suite. Il est vrai qu'elle approche de la trentaine et que c'est un grand âge pour un timbre-poste. Il ne faut donc pas s'étonner si, de temps à autre, elle reçoit quelque choc de ceux qui la voudraient remplacer par une effigie, ou un site, ou un monument de leur convenance ; chacun, en cette matière, a ses préférences et les conseils ne manquent pas...

A cette Semeuse, on a notamment reproché de semer contre le vent : ses défenseurs répondaient que le flottement de sa chevelure et de sa robe était dû au mouvement de la marche et non à la brise, que d'ailleurs le paysan ne sème pas toujours dans la direction du vent puisqu'il suit le sillon dans les deux sens, alternativement. On a critiqué aussi l'éclairage de la silhouette, qui est ombrée derrière où frappe le soleil, et éclairée devant ; puis la trop grande simplicité de la composition, etc..., etc... Enfin on a contesté sa valeur, sa signification au point de vue allégorique : elle ne peut symboliser la République, disaient certains : d'autres régimes ont voulu la paix laborieuse et féconde ; et quant à représenter la France semeuse d'idées, c'est une prétention ridicule que d'en attribuer le monopole à notre pays, etc..., etc...

L'ensemble de ces critiques est d'ailleurs fort joliment présenté dans une chronique d'Emile Faguet publiée en 1903. Le spirituel académicien faisait, avec sa verve coutumière, le procès de « Cérès », des types « Sage » et « Droits de l'homme », louangeait la « Semeuse » et, précurseur avec bien d'autres, proposait l'effigie de Jeanne d'Arc. Aussi ne résistons-nous pas au plaisir de rappeler cet article :

Il paraît que l'on va encore changer les timbres. Le timbre français est essentiellement barométrique. Il est toujours au « variable », comme les baromètres qui ne veulent pas se compromettre. Depuis cinq ans, voilà quatre timbres que je vois mourir.

J'ai vu mourir la « Cérès », une grosse fille joufflue qui avait des ressemblances avec la Lombardie ancienne, en ce sens qu'elle avait l'air d'étouffer dans son quadrilatère. Elle était vulgaire, la Cérès, il faut en convenir. Elle avait son sens certainement ; elle signifiait sans doute que la France est un pays agricole. Elle était rustique et bonne enfant ; mais il faut confesser qu'elle était vulgaire. Le timbre est un instrument de vulgarisation. L'artiste avait pris cette idée un peu trop au pied de la lettre.

La « Cérès » fut condamnée, le timbre céréal fut frappé à mort. Il fut remplacé par un timbre d'un symbolisme un peu compliqué. Au milieu, une boule une forte boule, une boule considérable ; à droite, un personnage ; à gauche, un personnage. Tous deux maigres et peu vêtus. Et ils se donnaient la main sur la boule : je veux dire, car il faut éviter l'amphibologie, qu'au dessus de la boule, ils joignaient leurs dextres.

Ce n'était pas vilain, encore que cette boule énorme entre ces deux êtres humains..., enfin, ce n'était pas très vilain ; mais ce n'était pas clair. Le bon peuple ne voyait là que la représentation d'un jeu populaire, et il avait intitulé ce timbre, le timbre des joueurs de boules. Les politiques prétendaient y voir plus loin, et assuraient que cette scène mythologique figurait la concentration des centres. L'explication officielle, et par conséquent vraie, était autre. Les deux personnages maigres et la boule représentaient le Commerce et l'Industrie dominant le monde. Après avoir honoré l'agriculture, on honorait l'industrie et le commerce. Il n'y avait rien à dire.

Au bout d'un certain temps, cependant, cela ne plut point. C'était obscur. Un timbre ne doit pas être obscur, paraît-il. Le contenu d'une lettre peut être obscur ; mais il ne doit rien y avoir d'obscur sur l'enveloppe. Soit.

On mit à la retraite les hommes à la boule et leur accessoire. Bon pour le cirque.

Et la dessus arriva la Dame assise qui lit la Loi. La Dame assise qui lit la loi fut peu discutée : elle fut universellement jugée abominable. Elle était lourdement assise, et elle lisait gauchement sa « Déclaration des Droits de l'Homme ». Elle avait l'air d'en être horriblement embarrassée. C'était peut-être symbolique, car on m'assure que la République actuelle est quelquefois un peu gênée par la « Déclaration des Droits de l'Homme ». Mais ce n'était pas une raison pour que cette figure fût si gauche et si lourde. Et d'ailleurs, un timbre ne doit pas être une épigramme. La Dame assise qui lit la Loi ne la lut pas très longtemps. On l'envoya en exil finir sa lecture. Que cette leçon vous profite ! Ne vous hypnotisez pas trop dans la méditation de la « Déclaration des Droits de l'Homme ».

La Dame qui lit la loi rebutée, on songea tout simplement, ce qui est très logique et parfaitement sensé, à mettre sur les timbres-poste la même chose que sur les pièces de monnaie, et l'on intronisa l'exquise «Semeuse » de Roty. Je ne vous dissimulerai pas que je fus enchanté. On a critiqué la « Semeuse » de Roty. On a fait remarquer qu'elle est éclairée d'une façon illogique, ce qui ne me paraît pas prouvé, et ce qui, du reste, m'importe assez peu. On a fait

remarquer qu'elle sème contre le vent, ce qui est très vrai, et ce qui est plus grave; mais qu'importe encore, pourvu que le geste soit beau ? Et il est beau. Et l'allure, donc ! L'allure est charmante, et quelle ligne du dos ! et du bras droit ! et du bras gauche ! Enfin, elle est délicieuse. On ne songe pas, je pense, à la faire disparaître de nos monnaies.

Et bien ! alors, pourquoi songe-t-on à la faire disparaître de nos timbres ? Elle m'a paru tout aussi jolie sur nos timbres que sur nos pièces de vingt sous (à peu près mêmes dimensions).

Les critiques faites ? Je ne sais pas trop. On la trouve trop grêle pour le timbre, je crois.

— Pas plus que sur les pièces de monnaie.

— Si ! Elle a besoin de relief !

Voilà une raison ; voilà discuter, et même avec assez de goût. Oui, j'admets qu'elle a besoin de relief. J'admets qu'elle est peut-être un peu moins jolie sur le papier que sur l'argent. Mais, ma foi ! regardez la. C'est à peine, et il faut y réfléchir et vraiment avec un sens critique qui est un peu de la mauvaise volonté. Tout compte fait, elle est charmante. Elle a pour elle d'être élégante et « distinguée ». Depuis qu'il y a des timbres en France, vous entendez bien, jamais nous n'avons eu un timbre qui fût élégant et distingué. A chercher mieux, je ne dis pas qu'on risquera de trouver plus mal, je dis que je suis sûr qu'on trouvera plus mal.

Je crois que quelques-uns trouvent que la « Semeuse » n'a pas assez de signification. Elle n'a pas de signification politique, c'est vrai ; mais elle a une belle signification patriotique. Elle figure la France semeuse d'idées, semeuse de beaux sentiments, semeuse de civilisation. C'est très beau, ce sens là. Et, en général, il vaut mieux éviter les significations politiques et aviser une signification nationale très générale, si l'on veut faire œuvre destinée à durer et parler à la fois net et large aux peuples d'outre-frontière. Ni la monnaie ni les timbres-poste ne sont pour faire de la politique : ils sont pour dire « France » dans le sens le plus étendu, le plus compréhensif et le plus conciliateur.

Et ils sont surtout, en dehors de leur utilité commerciale, pour être jolis, pour être beaux, pour être artistiques, comme il convient au peuple le plus artiste du monde.

On dit aussi : Voyez-vous, il n'y a pas à dire. Décidément, sur les timbres comme sur les monnaies, il faut une tête. Il n'y a que la tête qui s'encadre bien dans la circonférence de la pièce de monnaie et dans le rectangle du timbre-poste.

Au fond, c'est assez mon avis, peut-être tout simplement par hérédité et par habitude. Il me faut quelque chose d'aussi charmant que la « Semeuse » de Roty pour que je ne regrette pas la tête. Eh bien ! alors, si l'on veut absolument autre chose que la Semeuse et si l'on veut une tête, et si l'on veut qu'il n'y ait pas la même effigie sur les timbres que sur les monnaies, je proposerai une tête, et une belle tête, et une tête qui peut rester longtemps à notre tête, et avec laquelle nous ne trouverons pas désagréable de rester tête à tête. Il y a longtemps que j'y songe. Je proposerai la tête de Jeanne d'Arc.

La tête de Jeanne d'Arc, casquée, avec le haut du buste cuirassé, serait un motif artistique admirable et symboliserait admirablement la France. Soyez sûr que tout autre peuple de la planète (je parle des peuples qui n'ont pas de souverains), s'il avait une Jeanne d'Arc dans son histoire, ne songerait pas à autre chose qu'à la tête de sa Jeanne d'Arc pour la mettre sur ses monnaies ou sur ses timbres. Jeanne d'Arc est la patronne même de la France ; et en elle, en son culte, tous les partis se reconcilient et s'entendent, sauf celui, s'il en est un, qui désire la disparition de la France elle-même.

Je suis donc pour que l'on garde la « Semeuse », qui est exquise, qui est d'une élégance suprême, qui ne sera pas surpassée, soyez-en sûrs, de longtemps, au point de vue esthétique, et qu'il est ingrat, pour le moment, de délaisser, pour trouver mieux que ça ». « Mais, si la dissémination de la « Semeuse » est

décidée, si l'on n'en veut plus, eh bien ! qu'on nous fasse une Jeanne d'Arc, élégante et noble ; et qu'on s'en tienne là !

Mais quelque parti qu'on prenne, qu'on tâche enfin de ne pas prolonger ce ridicule de changer de timbre tous les dix-huit mois. Cela jette une perturbation dans les esprits. On ne sait plus, en recevant une lettre, si elle vient de France ou de l'étranger, si elle représente par sa vignette la France, le Brésil, le Vénézuéla ou San Marino. Cette incertitude est un peu pénible. Cet embrouillement brouille nos timbres, comme disaient nos pères, et à force de se sentir le timbre brouillé par les timbres-poste, la population finirait par croire que l'Administration a, elle-même, le timbre un peu fêlé.

Et, toujours en faveur de la Semeuse, mais en 1924, Séverine, qui, croyons-nous, ne partageait pas les idées philosophiques et politiques d'Emile Faguet, s'alarmait des bruits de disparition de cette vignette. Elle écrivait :

Comment n'ont-ils pas été frappés de l'insidieuse campagne menée, depuis longtemps déjà, contre l'effigie de la République sur nos vignettes postales ? Elle est gentille pourtant, notre petite Semeuse, allant dans l'aurore et jetant le bon grain. Elle est sans canon, sans cuirasse, sans étendard : rien que sa robe de lin et son bonnet phrygien, qui signifient paix et liberté.

Elle sème à contre vent, ont critiqué les chercheurs de tares. C'est possible, mais c'est le vent qui était dans son tort, il tournera !

Consultez les philatélistes (j'en suis un peu) feuilletez ces albums qui, en même temps que la géographie, peuvent enseigner la philosophie de l'histoire et le manque de stabilité des pouvoirs humains ; il en ressortira que notre Semeuse est, sans contredit, le plus charmant des timbres actuellement en circulation.

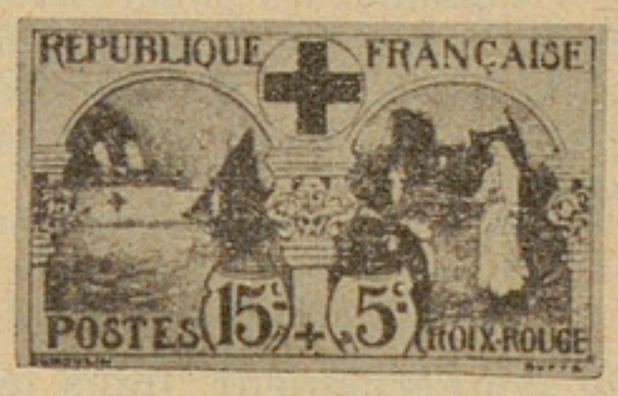
Croix rouge. — *1er type.* — Dès le début de la grande guerre, le gouvernement, dans le but de créer des ressources aux organisations de la Croix rouge française, autorisa l'administration à émettre un timbre dont le pouvoir d'affranchissement serait de 10 centimes, mais dont le prix de vente serait de 15 centimes, la différence devant être attribuée auxdites sociétés. Le décret du 11 août 1914 fixa les modalités de l'émission. Pour gagner du temps on apposa, d'abord, sur des timbres de 10 centimes en service, à la droite du chiffre, une croix, qui pouvait d'ailleurs représenter le signe + et la valeur 5c.

2e type. — Pendant cette opération, il était procédé à la cicherie d'une vignette définitive, qui fut toujours la Semeuse à fond mat, mais dont on modifia la présentation. A droite, le mot POSTES, remonté vers le haut, fit place à la légende CROIX-ROUGE. A gauche, la valeur 10c, remontée également, fut rem-

placée par un cartouche dans lequel étaient gravés le signe de la Croix Rouge et la valeur 5c. Cette émission put être mise en service dès les premiers jours de septembre 1914.

3e type. — Dans le courant de l'année 1917, l'administration décida, d'accord avec la société intéressée, d'émettre une nouvelle vignette de 15c + 5c (la taxe des lettres ayant été changée), qui serait de grand format. La maquette fut confiée au peintre Dumoulin et la gravure au graveur Ruffe. Le décret du 15 février 1918 autorisa cette création, et le nouveau timbre fut mis en vente au mois d'août suivant.

Sa composition forme une sorte de diptyque, constitué par deux portiques cintrés reposant sur trois colonnes à chapiteaux romans ; entre les deux cintres, au dessus de la colonne centrale, un cercle dans lequel est inscrit une croix rouge. Sous le portique gauche, on voit la mer, sur laquelle sont figurés deux bateaux : dans le lointain, un paquebot à deux cheminées, fumant abondamment et portant sur le flanc une croix rouge, est assez fortement incliné ; en avant, un petit bateau léger à voile. Sous le cintre droit, est représenté un paysage du front : dans le fond, des maisons, à demi détruites par les bombardements, sont figurées par des pans de murs éventrés ; à leur pied, la silhouette blanche d'une infirmière, qui semble venir à la rencontre d'une autre dame de la Croix rouge placée au premier plan ; celle-ci, vue presque de dos, porte un plateau ; à sa gauche, une automobile arrêtée, dont on ne voit qu'une roue et le capot, le reste étant masqué par la colonne centrale. A la base de celle-ci, de chaque côté, un cartouche où est indiquée la valeur : 15c + 5c.



On saisit facilement l'idée de l'artiste : Dans un paysage de dévastations horrifiantes, à proximité de la ligne de feu, les admirables femmes enrôlées sous le signe international de la Croix Rouge remplissent, avec l'abnégation que l'on sait, leur rôle humanitaire sacré. Une auto arrive avec, à l'intérieur, des soldats bles-

sés sûrement ; deux infirmières accourent pour leur prodiguer les premiers soins. Et les bateaux qui sont là rappellent le rôle que ces moyens de transport ont joué pour l'évacuation des blessés quand le lieu des combats ou la nationalité des combattants exigeaient le passage sur mer

Nous n'avons lu, à l'époque, que de rares critiques, et encore n'avaient-elles qu'un caractère général : indigence de conception, manque d'originalité, banalité de l'exécution. Ce sont là des appréciations que beaucoup d'œuvres d'art, aujourd'hui célèbres, ont connues lors de leur premier contact avec le public. Elles sont donc naturelles, appliquées à un dessin de timbre-poste qui ne visait pas au chef-d'œuvre. L'époque n'était d'ailleurs pas aux critiques : ce sont là des passe-temps de paix ; on avait alors d'autres préoccupations. Dans le calme revenu, nous pourrions dire maintenant que le timbre présente une réelle recherche dans la composition, mais que, par suite d'une égalité de valeurs dans les plans, il manque d'effet. N'y a-t-il pas aussi une faute de dessin révélée par la position respective des bateaux ? L'inclinaison du paquebot, le rebattement de ses fumées doivent avoir lieu vraisemblablement sous l'influence d'un vent puissant, qui, logiquement, devrait affecter aussi le bateau à voile, ce qui n'est pas. Nous noterons enfin que ce timbre présente une particularité d'interprétation. Il fut imprimé en deux couleurs : un ton vert noir pour l'ensemble, et naturellement un rouge pour la croix symbolique qui, par repérage, vient se loger dans le cercle qui lui est réservé. Le graveur eut alors l'idée de se servir du poinçon de cette croix pour y graver, convenablement disposés, un réseau de traits et de points qui, à l'impression, apparaissent en rouge, par superposition, en certains endroits de la vignette. Celle ci retire de cette disposition une certaine originalité

Orphelins de la guerre. — Un décret du 22 février 1916 avait autorisé l'administration à créer des timbres-poste spéciaux au profit des orphelins de guerre dont les parents appartenaient aux Postes et Télégraphes. Cette décision n'eut pas une bonne presse : on fit remarquer notamment qu'il n'était peut-être pas très discret,

pour un service public, de mettre à la disposition de son personnel seulement les facilités présentées par son organisation, qu'au surplus les orphelins des autres citoyens français tombés à la guerre étaient également dignes de la sollicitude générale. Ces critiques portèrent, et un décret du 22 octobre 1916, abrogeant celui du 22 février resté sans effet, décida la création de huit timbres spéciaux, de 5f, 1f, 50c, 35c, 25c, 15c, 5c, 2c, qui seraient vendus respectivement 10f, 2f, 1f, 60c, 40c, 25c, 10c et 5c. La différence entre le prix de vente et la valeur d'affranchissement devait être « versée au Comité d'attribution des fonds recueillis à l'occasion de la Journée nationale des orphelins de la guerre. »

L'administration confia au peintre Dumoulin, l'auteur de la maquette du timbre de la Croix rouge, le soin de préparer cinq dessins, qui furent examinés et adoptés par une commission présidée par un sénateur et composée de hauts fonctionnaires et d'artistes.

1. *La veuve.* — Le dessin « La veuve » fut attribué, en principe aux timbres de 2c + 3c et de 5c + 5c ; mais en réalité, il ne servit qu'à l'impression des timbres de 2c + 3c.

Sa composition est d'une très grande sobriété. Entre deux colonnes sans style bien défini, se dresse, sur un fond en grisaille, la silhouette d'une femme habillée de noir et portant un long voile de deuil. A la main, remontée à la hauteur de la poitrine, elle tient un bouquet de fleurs. Au deuxième plan, des croix de bois représentent des tombes de soldats, inhumés là où ils ont été tués. A l'avant, très éclairé et formant opposition, sont disposés les chiffres de la valeur et les indications de service.

Les dimensions très exiguës du timbre ne permettaient évidemment pas au graveur Ruffe de fouiller convenablement les détails du personnage afin de lui insuffler un peu de vie. Mais, en présence du résultat obtenu, il semble bien qu'il n'ait pas fait de grands efforts pour animer le sujet. Ce n'est qu'un bloc sombre, où toutes les formes sont noyées dans une opacité noire. Rien n'apparaît ; le visage lui-même est à peine esquissé, et la robe, le voile, bien

que noirs, devraient, par l'indication possible de plis appropriés, donner l'impression qu'ils habillent, qu'ils drapent une personne vivante. Le sujet pouvait être émouvant ; il nous laisse froid parce que l'interprétation est pauvre et traitée avec une technique insuffisante.

2. *La charrue.* — La « Charrue » fut attribuée aux valeurs de 15c + 10c et de 25c + 15c.

Dans un cadre rectangulaire formé d'une ligne et dont les angles sont arrondis, l'artiste a figuré une femme se livrant aux travaux du labour. Sur la gauche, un attelage : deux chevaux vus de dos et en raccourci tirent une charrue. Une paysanne, dessinée très sobrement, guide l'appareil, les mains posées sur les mancherons. Nous disons avec intention les mains « posées », car nous ne sentons pas dans le geste l'effort indispensable à la conduite d'une charrue. Et il était d'autant plus nécessaire de marquer cet effort que les femmes, généralement plus faibles physiquement que les hommes, ne se livrent ordinairement pas à d'aussi rudes travaux ; en réalité, cette paysanne figée donne l'impression d'une mère de famille poussant une voiture d'enfant. Comme fond du tableau, à l'arrière plan, un terrain vallonné sous un ciel clair. Les chiffres des valeurs occupent les deux angles inférieurs, et les légendes placées en haut et en bas s'équilibrent.

Il faut reconnaître que, dans ce sujet, dont les dimensions sont semblables à celles de la « Veuve », le graveur Ruffe a fait tout ce qu'il a pu pour interpréter l'œuvre du dessinateur.

3. *Le drapeau.* — Le « Drapeau » fut attribué au timbre de 35c + 25c. Ce type est de grand format, c'est-à-dire que ses dimensions sont le double de celles des deux vignettes que nous venons d'examiner.

La composition est limitée en haut par un demi-cercle formant voûte et s'amorçant aux deux angles inférieurs. Elle représente un coin de paysage du front. En avant, un amas de pieux et de fils barbelés marquant les défenses naturelles d'une tranchée. Sur la droite, un drapeau français, fiché en terre, flotte au vent.

En dernier plan, sur un ciel gris, se profile une petite colline. Les chiffres des valeurs sont disposés de chaque côté des barbelés et la légende au dessous. Dans les deux angles supérieurs, sont logés : à gauche, le mot HONNEUR et une branche de chêne, à droite le mot PATRIE et une branche de laurier. Au dessus, les indications de service. Le cadre extérieur est formé d'oves et de perles.

L'ensemble donne l'impression d'un dessin plutôt maigre. Le graveur Ruffe devait certainement respecter l'importance donnée par le dessinateur à l'ornementation réellement faible des angles supérieurs ; mais il semble qu'il eût pu traiter avec plus de vigueur le sujet principal, trop en grisaille.

4. *Le lion de Belfort.* — Le « Lion de Belfort » fut attribué au timbre de 50c + 50c, qui est également de grand format.

On connaît le monument désigné sous ce nom, qui symbolise la défense de Belfort pendant la guerre de 1870-1871. Conçu et exécuté en grès des Vosges par le sculpteur Bartholdi, il est érigé dans cette ville sur une terrasse taillée dans le roc. Une copie en bronze s'élève sur la place Denfert-Rochereau, à Paris. Pour sa composition, le dessinateur s'est simplement servi d'une image aussi répandue, qu'il a placée, en la décentrant sur la gauche, dans un cadre rectangulaire aux angles légèrement arrondis et formé d'un simple trait. A droite du piédestal, à l'arrière plan, le paysage, forêt ou colline, se perd dans l'horizon, qui lui-même est constitué par une grisaille, décidément chère au dessinateur. A gauche, le piédestal est échancré par un cartouche de forme tarabiscotée orné d'une branche de chêne, dans lequel sont logés les deux premiers chiffres de la valeur ; les deux autres, placés à l'angle opposé de la composition, n'ont pas eu les honneurs d'un cartouche : ils sont là isolés, dans le vide, comme des parents pauvres, sans même pouvoir se reposer sur le sol, puisque celui-ci est parcimonieusement

limité. En bas, la légende ORPHELINS DE LA GUERRE. En haut, les mots REPUBLIQUE FRANÇAISE semblent masquer la partie supérieure de la tête du lion. La composition n'est vraiment pas heureuse, et le graveur Ruffe, au burin mou, ne l'a pas mise en valeur.

5. *La Marseillaise.* — La « Marseillaise » fut attribuée aux valeurs de $1^f + 1^f$ et de $5^f + 5^f$, qui sont aussi des timbres de grand format.

Ici encore, le dessinateur a emprunté son sujet à un monument célèbre, l'arc de triomphe de l'Etoile, à Paris. Mais, cette fois, il ne s'est servi que d'un fragment de l'un des bas reliefs, celui de Rude, connu sous le nom « Le départ des volontaires de 1792 » ou encore « La Marseillaise ». Qui n'a admiré, sur place ou en image, cette admirable sculpture d'un mouvement si fier, si énergique, qui est classée, à juste titre, parmi les plus beaux chefs-d'œuvre de l'art français au XIXe siècle ? Dumoulin a extrait de ce morceau la Victoire ailée qui domine et entraîne du geste et de la voix les volontaires répondant à l'appel de la patrie en danger et qui se tiennent à ses pieds, groupés, fiers et résolus. Il a placé ce personnage sur la droite de sa composition, dont le fond est, ici encore, en grisaille. En bas, la légende ORPHELINS DE LA GUERRE, avec, de chaque côté, près des angles inférieurs, les chiffres des valeurs, logés dans deux cartouches circulaires ; celui de gauche paraît reposer sur un drapeau dont la flamme et la hampe débordent légèrement. Le cadre est formé d'un simple trait.

Bien que nous ne percevions par la liaison pouvant exister entre l'œuvre de Rude et celle des orphelins de la guerre, nous pensons que le dessinateur eût dû la reproduire dans son intégralité. Cette mutilation est une faute. Quand on regarde ce timbre, on peut se demander, en effet, si le personnage qui paraît surgir des nues n'est pas aussi bien l'archange saint Michel s'apprêtant à terrasser le démon, ou l'ange exterminateur dont parle la Bible, lequel était chargé de massacrer les Egyptiens parce qu'ils marty-

risaient les Hébreux. Au surplus, cette Victoire ailée n'a pas gagné à la transposition. Le graveur Ruffe a peut-être voulu respecter le nébuleux de la composition ; mais il semble que le sujet eût été moins terne, moins amorphe, s'il avait été traité avec un burin plus vigoureux.

6. *Type Surand.* — Ce n'est qu'en 1919 que la valeur 5c + 5c fut émise, d'après un dessin de Surand, gravé par Jarraud.

La maquette et sa composition peuvent, évidemment, être critiquées et discutées ; mais il est non moins certain que c'est à peu près le seul timbre de la série rappelant qu'il s'agit d'orphelins. Au premier plan, deux enfants, blottis l'un contre l'autre, regardent au loin l'horizon. L'aîné, un garçon, tient du bras droit sa jeune sœur à l'épaule, dans un geste de protection affectueuse, la petite ayant à la main un paquet qui représente leur seule fortune. L'abandon des enfants est symbolisé par leur isolement dans un site infini et désert. Mais l'artiste a voulu cependant fixer l'espoir de jours meilleurs par l'indication, au fond de l'horizon, d'un soleil levant apportant l'espérance, l'annonce du prochain adoucissement que la vente de timbres en faveur de ces orphelins ne manquera pas d'apporter à leur détresse. Dans le grisé du ciel, sont disposées les légendes REPUBLIQUE FRANÇAISE et ORPHELINS DE LA GUERRE. Aux pieds des enfants, le mot POSTES et, de chaque côté, le chiffre de la valeur. L'ensemble de la composition est encadré d'un simple trait.

Jarraud, l'un des maîtres contemporains de la gravure sur bois, a interprété fidèlement l'œuvre du dessinateur.

Nous avons lu et entendu dire que le dessin de ce timbre était « pompier ». Mais nous savons aussi qu'un grand artiste a dit qu' « en art on était toujours le « pompier » de quelqu'un » ; que ce dessin le soit ou non aux yeux de certains, on ne peut lui dénier cependant son sens émotif... C'est déjà beaucoup.

Dans la suite, en 1926 et 1927, certaines des valeurs de l'émission furent modifiées ; mais ne il fut pas apporté de changement aux types.

Si l'on considère les cinq dessins de Dumoulin de la série des timbres « Orphelins de la guerre », on est vraiment frappé par la pauvreté de leur conception. L'auteur était cependant un artiste de talent ; il a notamment dessiné les jolies vignettes tunisiennes de l'émission de 1906 ; les difficultés de composition d'un timbre-poste ne lui étaient donc pas inconnues. De plus, il semble que le but philanthropique poursuivi eût pu mieux l'inspirer ; or c'est à peine si l'on retrouve dans ses dessins l'idée directrice de l'émission. Evidemment, il y a la « Veuve » : on peut donc supposer que son mari lui a laissé des orphelins. Il y a aussi la « Charrue » conduite par une femme : on peut admettre également que celle-ci a laissé ses enfants à la maison. Et encore cette « Charrue » n'est-elle pas un rappel des « Laboureurs » de la série tunisienne ? En tout cas, ils ont un air de parenté incontestable : on les dirait frères jumeaux. Que penser du « Drapeau » ? est-il planté sur une tranchée reprise à l'ennemi ? la présence de fils barbelés permettrait de le faire croire ; marque-t-il une tombe où dorment des combattants, laissant à leurs foyers des orphelins ? Quant au « Lion de Belfort » et à la « Marseillaise », que viennent-ils représenter dans une série émise au profit d'orphelins de guerre ? Est-ce parce que ces deux sculptures, sûrement admirables, rappellent de durs combats lointains, moins meurtriers sans doute, mais aussi générateurs d'orphelins ? On ne sait. Et aussi, quel travail personnel ces deux vignettes ont-elles demandé à l'artiste, à qui il faut cependant rendre cette justice, qu'il ne les a pas signées ? En résumé, on ne trouve, dans son œuvre, aucun effort d'imagination, aucun désir de succès de l'entreprise. L'artiste a laissé à l'acheteur éventuel de ses vignettes le soin de disséquer sa pensée, et ceci n'était pas une recommandation, une invite pour leur placement. Un timbre, surtout s'il est émis au profit d'une œuvre sacrée entre toutes, un timbre ne doit pas être un rébus.

Retour à la Semeuse azurée. — Après la guerre, des besoins nouveaux se révélèrent, exigeant la création d'autres valeurs. Or les timbres d'un même type se distinguent entre eux autant par leurs couleurs que par leurs chiffres. D'autre part, l'expérience

a montré qu'après l'emploi des trois couleurs primaires, le bleu, le jaune et le rouge, et de leurs dérivés immédiats, l'orangé, le brun, le vert et le violet, les vignettes d'un même type ne se différencient plus nettement à la lumière artificielle. De là, apparaît l'obligation de multiplier les types si l'on veut faciliter la manipulation des timbres-poste avec le minimum de chances d'erreur. Pour parer aux nouvelles nécessités, et tenant compte des considérations exposées, on eût dû créer un autre type de vignette ; mais, après l'augmentation des tarifs postaux de 1920, il fallait aller vite et les délais d'une nouvelle émission sont toujours très longs. On eut alors recours à la Semeuse à fond ligné du début, dite « Semeuse azurée ». Nous avons vu qu'à l'exception du timbre de 15 centimes elle avait, en effet, disparu en 1906 et 1907 pour faire place à la « Semeuse » à fond mat. L'une et l'autre sont d'ailleurs encore en service.

Concours de 1920. — Au printemps de 1920, l'administration envisagea de remplacer par cinq compositions différentes les timbres-poste de 5, 10, 15, 20 et 25 centimes du type Semeuse qui étaient alors les vignettes les plus employées. A cet effet, il fut ouvert un concours entre un groupe d'artistes désignés par la direction des Beaux-Arts en vue du choix des maquettes. Les vignettes devaient avoir pour but, disait le programme, « de commémorer à la fois la victoire militaire et la mission historique de la France dans le monde. »

Le résultat recherché ne fut pas atteint, car le jury désigné pour juger les dessins ne retint aucun des trente-quatre sujets présentés. Par contre, il proposa de reprendre le concours en faisant appel, cette fois, à tous les artistes français.

L'idée fut adoptée et le programme indiqua aux concurrents qu'ils devaient « s'efforcer de magnifier, par leurs compositions, l'héroïque effort de la France pendant la guerre et son rôle historique dans le monde ».

Plus de onze cents sujets furent alors présentés. Parmi les innombrables poilus casqués, les coqs gaulois, les mariannes et les traditionnelles roues dentées et enclumes exprimant l'effort, il y avait certainement d'excellentes compositions faisant honneur

à l'art français ; mais, quand le jury, composé en majeure partie d'artistes, se réunit au mois de février 1921, il constata qu'aucune ne remplissait rigoureusement les conditions du programme. Il accorda cependant des primes à quelques-unes des œuvres jugées les plus intéressantes, mais en émettant l'avis qu'elles ne lui semblaient pas dignes de remplacer la Semeuse, si justement symbolique.

Pasteur. — En 1923, à l'occasion des fêtes du centenaire de Pasteur, l'administration décida de créer un type de timbre à l'effigie du grand savant. Pour rendre un hommage plus complet à sa gloire, qui est universelle, on fit choix des valeurs internationales, qui étaient alors les timbres de 10, de 30 et de 50 centimes.

Sur le désir de la famille, le dessin et la gravure furent confiés au graveur en médailles Prud'homme, qui avait déjà gravé, à sa satisfaction, un médaillon de Pasteur. L'artiste établit d'abord un dessin qui était la représentation fidèle de son œuvre. On lui fit alors remarquer qu'un timbre n'est pas une médaille et que la composition gagnerait certainement à être ornée d'un cadre ou de tout autre motif ornemental. Sans discuter la valeur de cette suggestion, Prud'homme voulut s'en tenir à son dessin initial, parce que, disait-il, la réduction de l'effigie ne lui permettrait plus la fidélité de la ressemblance, à laquelle la famille tenait essentiellement. On eut ainsi la présentation qui a soulevé tant de critiques. Pasteur est figuré de profil, le tête et l'attache du cou tenant presque toute la hauteur du timbre, sous les mots REPVBLIQVE FRANÇAISE. Elle se détache nettement sur un fond mat, qui comporte, à gauche la valeur, à droite le mot POSTES, et au dessous le nom du savant.

Nous ne discuterons pas ici le talent de Prud'homme en tant que graveur en médailles : il est avéré et reconnu dans les milieux artistiques. Mais graver un médaillon et graver un timbre-poste sont deux arts absolument différents, relevant de techniques tout à fait dissemblables. Cette erreur de désignation pour l'exécution

du poinçon explique la pauvreté du résultat. Un artiste qualifié eût certainement tiré un tout autre effet du médaillon de Prud'homme : il l'eût vraisemblablement placé dans un cadre décoratif, tout en respectant la fidélité des traits ; puis son burin aurait su traduire la noblesse naturelle d'un visage qui reflétait la bonté et la volonté. Au lieu d'un Pasteur vrai, auréolé de ses qualités, de son feu intérieur, on a une image grossière, où la sécheresse le dispute à la lourdeur.

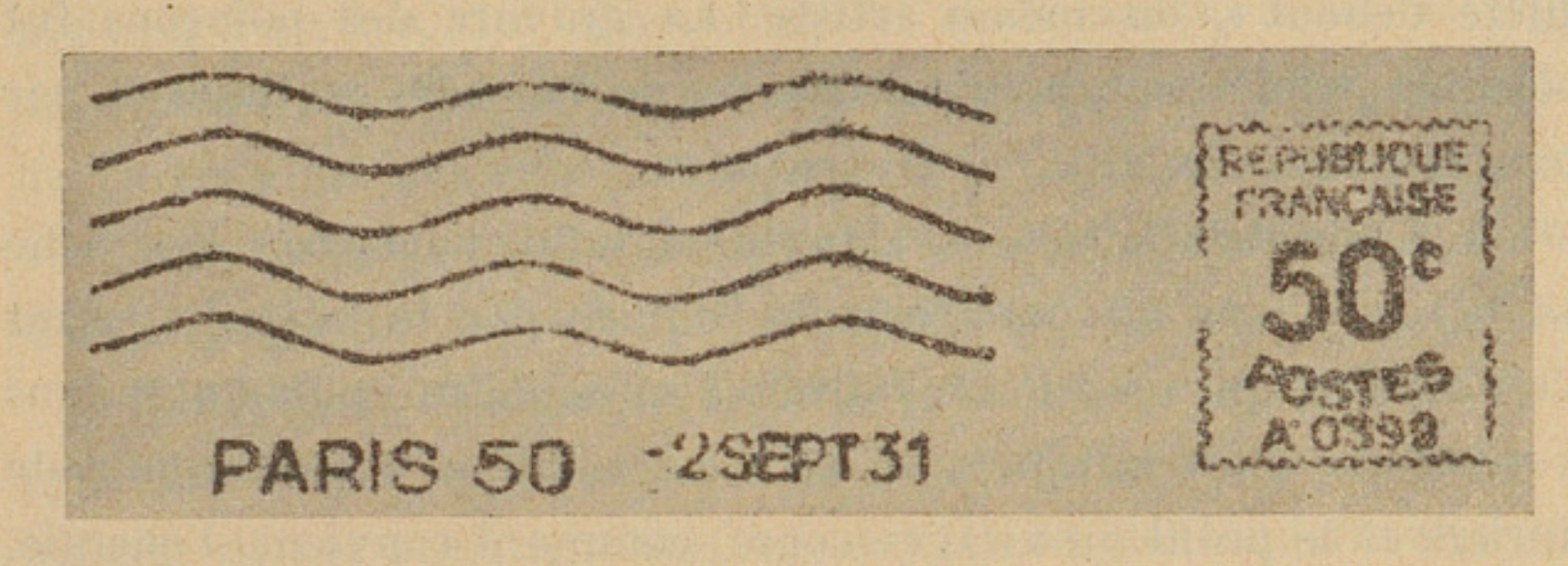
Vignettes des machines à affranchir. — Nous ne noterons que pour mémoire, à son ordre chronologique, une innovation qui, si elle pouvait être intégralement généralisée, aurait pour conséquence la suppression des timbres-poste. La quantité énorme de figurines indispensables pour assurer la perception des recettes postales a tout naturellement conduit les administrations de tous les pays à rechercher la possibilité de réaliser l'affranchissement des correspondances par des procédés nouveaux et de simplifier, en même temps, les opérations d'oblitération et de contrôle.

Depuis la création des timbres-poste et jusqu'alors, seuls les journaux et imprimés du régime intérieur pouvaient être déposés à la poste sans être revêtus d'une figurine d'affranchissement : les expéditeurs payent en numéraire le montant des taxes dues, et l'acquittement du port est alors certifié par l'apposition sur chaque pli, par le bureau de dépôt, d'une empreinte P.P. signifiant « Port payé ». Cette empreinte n'est même plus appliquée, depuis 1921, sur les journaux expédiés par les éditeurs présentant toutes garanties et dont les envois atteignent au moins 3.000 exemplaires.

Pour généraliser la simplification de l'affranchissement, l'administration fut amenée à envisager l'emploi, par les expéditeurs de correspondances nombreuses, de *machines à affranchir* dont l'utilisation avait été prévue par la convention postale de Madrid. La loi de finances du 30 juin 1923 donna l'autorisation nécessaire et fixa le taux de l'indemnité à allouer aux particuliers employant les appareils de l'espèce. La première machine à affranchir fut mise en service le 10 mai 1924.

L'empreinte donnée par la machine est composée obliga-

toirement de deux parties : un cachet rectangulaire dans lequel on lit la légende REPUBLIQUE FRANÇAISE, le mot POSTES, la valeur d'affranchissement, une lettre distinctive attribuée par l'administration au concessionnaire et un numéro individuel. La machine imprime en même temps, sur la gauche du premier, un



cachet indiquant le nom du bureau d'origine et la date de dépôt des objets ; l'adjonction d'une inscription ou d'une réclame est en outre permise. Ces diverses empreintes sont uniformément de couleur rouge vif.

Le nouveau système d'affranchissement, dont nous ne pouvons ici étudier le fonctionnement, tuera-t-il le timbre-poste ? C'est peu probable, parce qu'il n'offre d'intérêt que pour les expéditeurs ayant journellement un courrier important. La masse des usagers continuera donc d'avoir recours aux vignettes postales multicolores, qui égayent l'enveloppe d'une jolie tache, claire et vive la plupart du temps, artistique parfois, et toujours d'un grand secours à l'employé qui, d'un coup d'œil rapide, peut s'assurer de la justesse de l'affranchissement. Les empreintes des appareils à timbrer, même parfaitement imprimées, ce qui est rarement le cas, ne seront jamais que des manifestations d'un machinisme utilitaire.

Jeux olympiques. — Les jeux olympiques qui eurent lieu en France en 1924 donnèrent lieu, sur la demande du comité d'organisation, à une émission de timbres-poste spéciaux. Le comité confia l'exécution du dessin à l'artiste Becker, qui présenta quatre projets :

« Le salut de l'athlète », pour le timbre de 10 centimes ;

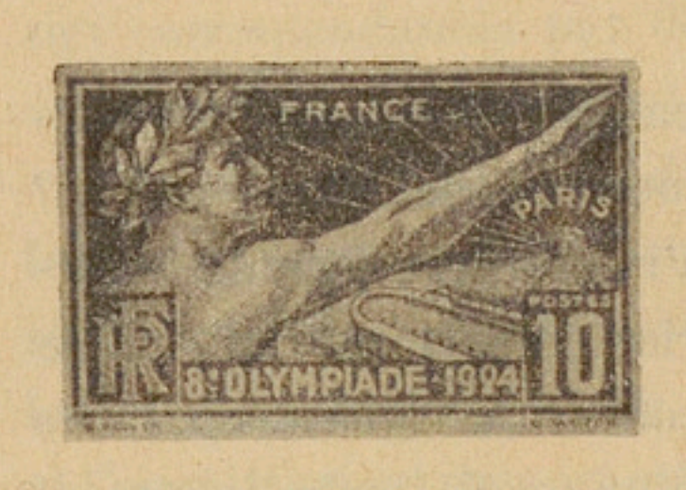
« La ville de Paris », pour le timbre de 25 centimes ;

« Milon de Crotone », pour le timbre de 30 centimes ;

« Stade antique » (arènes de Nîmes), pour le timbre de 50 centimes.

Ce dernier n'ayant pas été accepté, il fut remplacé par « L'athlète debout », du même artiste. La gravure des poinçons fut exécutée par Parison pour les timbres de 10 et 50 centimes et par Daussy pour ceux de 25 et 30 centimes.

1. *Le salut de l'athlète.* — Dans le « Salut de l'athlète », la gauche est occupée, sur un bon tiers du timbre, par le buste imposant d'un athlète, qui tend le bras droit, à musculature puissante, dans le geste du salut antique. La tête est ceinte d'une couronne de lauriers et le profil du visage accuse, comme il convient, l'énergie. Sous le bras, au premier plan, figurent un stade de forme elliptique et, dans le lointain, un arc de triomphe, peut-être celui de l'Etoile, surmonté du mot Paris. Derrière l'arc, se devine le soleil, si l'on en juge par la projection de rayons lumineux dont il paraît être le foyer. L'ensemble de la composition laisse supposer que le salut s'adresse à la ville de Paris, où vont se disputer les jeux olympiques. Quant au salut lui-même, symbolisé par le geste de ce bras coupant le dessin d'une puissante et fulgurante diagonale qui retient seule le regard, on peut se demander s'il ne souligne pas l'allure brutale que présentent certains jeux du stade.



2. *La ville de Paris.* — La maquette du type « Ville de Paris » comporte à droite le buste à mi-corps d'une femme personnifiant la capitale. Placée au premier plan, elle occupe près de la moitié du timbre. Vêtue ou plutôt drapée d'une robe tombante et largement échancrée, elle porte un diadème sur les cheveux relevés en torsade, et les bras sont à demi nus. Celui de gauche repose sur une sorte de cartouche, où

figurent les armes de la ville, c'est-à-dire le vaisseau qui flotte et ne sombre pas. Du bras droit, à moitié tendu, elle présente une statuette ailée de la Victoire, posée à plat sur la main qui en tient le socle. L'attitude, qui est simple, ne manque pas d'une certaine dignité sereine. A gauche, toujours au premier plan, un pont ; à l'arrière, des silhouettes de monuments, dont les tours de Notre-Dame, émergent du bouillonnement de Paris. Ici, l'idée de l'artiste est évidente : la ville de Paris, organisatrice des jeux, offre aux vainqueurs des compétitions olympiques, sous la forme d'un objet d'art, la récompense méritée.

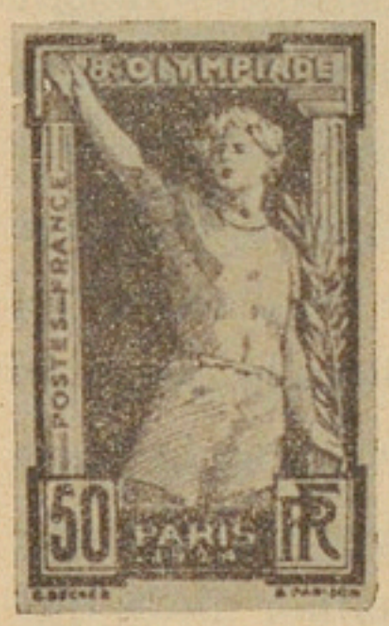
3. *Milon de Crotone.* — Le troisième timbre de la série est du type dit « Milon de Crotone ». On connaît l'histoire ou plutôt la légende de cet athlète, d'une force et d'une gloutonnerie si extraordinaires, qui porta, un jour, l'espace de cent vingt pas, un bœuf, puis le tua d'un coup de poing et le mangea entièrement en un seul repas. On conte aussi que, devenu vieux et voulant encore essayer ses forces, il tenta de fendre avec ses mains un arbre déjà entr'ouvert : les deux parties du tronc se rejoignirent et le retinrent captif ; il fut alors dévoré par des loups, d'autres disent par un lion. Les exploits principaux de ce surhomme devaient séduire les artistes, aussi ont-ils été mainte fois traduits par le pinceau et par le ciseau. Sa fin, notamment, a été traitée magistralement par Pierre Puget, dans un groupe de marbre qui est au Louvre : un lion dressé plante ses griffes dans le corps de Milon de Crotone, qui, ayant une main immobilisée dans la fente du tronc d'arbre, ne peut plus se défendre efficacement ; son visage reflète toute l'angoisse de la douleur humaine, alors que l'attitude traduit l'impuissance désespérée de la lutte.

Becker s'est inspiré aussi de cette fin tragique ; mais il n'a voulu traité que l'incident qui l'a précédé. Au centre de la composition, un tronc d'arbre fendu, encore fixé au sol dont il s'élance, à mi-hauteur d'homme. A droite, Milon, nu, à la puissante anatomie, s'arc-boutant du pied gauche posé en avant

du tronc et du pied droit rejeté en arrière, écarte des mains les deux sections du tronc fendu, alors que le haut du corps, naturellement courbé par le geste, concourt à l'effort. Un encadrement, formé d'une grecque très simple, entoure le sujet. Il semble cependant que ce dernier y eût gagné si le dessinateur s'était inspiré de l'art grec et non de la statuaire de Pierre Puget, qui reflète celle du XVIIe siècle. Mais, comme nous l'avons déjà dit ailleurs (1), c'est là un léger anachronisme qui ne diminue pas la valeur réelle de la conception et de la facture du sujet.

Milon de Crotone, dans cette série, fut certainement une idée heureuse. Becker s'est souvenu que ce Grec, qui vivait au VIe siècle avant Jésus-Christ et qui était l'athlète par excellence, avait été plusieurs fois vainqueur aux jeux olympiques de son époque. Les circonstances ne pouvaient dont être plus favorables pour le mettre de nouveau à l'honneur.

4. *L'athlète debout.* — Nous ne marquerons pas la même satisfaction pour le quatrième timbre, « l'Athlète debout ». Au centre de la composition, représenté à mi-jambes, un jeune éphèbe, vêtu d'un maillot, la tête couronnée de laurier et légèrement rejetée en arrière, lève le bras droit, la main largement ouverte, d'un geste qui ne manque cependant pas de naturel et d'élégance. Le bras gauche est abaissé, la main tenant verticalement une palme, qui paraît s'appuyer le long du corps pour atteindre la base de la chevelure. Et, complètant le dessin, un encadrement formé, sur trois des côtés, par les inscriptions réglementaires et, à droite, par une colonne grecque.



Ce sujet, dont la signification peut être discutée, est né, nous l'avons dit, du refus d'un premier dessin de Becker. L'artiste avait imaginé de présenter, dans un bel encadrement, les arènes de Nîmes, ce superbe monument conçu par les Romains, mais auquel nos ancêtres, les Gaulois, ont dû certainement apporter, de gré ou de force, leur collaboration. Bien que les jeux qu'y organisèrent les

1. *Annales des P.T.T.*, décembre 1924.

proconsuls romains fussent trop sanglants, les arènes de Nîmes symbolisent infiniment mieux les jeux du stade que le jeune homme au maillot et à la palme.

Cette émission, dans son ensemble, fut l'objet de violentes critiques. Les unes portèrent sur la légende « VIIIe olympiade » figurant sur les quatre types et qui ne serait pas orthodoxe ; les autres, sur le choix des sujets et sur leur reproduction en tant que gravure et impression.

Les chercheurs de tares qui avaient des lettres rappelèrent savamment que l'expression *olympiade* désignait, en Grèce, la période de quatre années comprise entre deux séries de jeux et non pas ces jeux eux-mêmes. Le respect de l'histoire eût donc exigé la légende « Jeux olympiques » ; et naturellement, on rendit l'administration des Postes responsable de l'emploi d'une expression jugée défectueuse. Pour montrer l'âpreté de certaines des observations publiées à ce sujet, nous ne résistons pas au désir de citer les termes, extrêmement flatteurs pour nous, employés dans un journal :

> Il est inadmissible que ce soient des ignorants qui soient chargés d'écrire les légendes des timbres ; on pourrait s'adresser sinon à des gens compétents, il n'y en a pas dans l'Administration du timbre, tout au moins à des gens instruits. C'est une honte de voir s'étaler sur des vignettes postales destinées à circuler à l'étranger, une pareille faute d'érudition.

Or il convient d'ajouter que l'administration n'eut à intervenir ni dans le choix de la légende ni dans celui du dessinateur, des graveurs et des dessins : elle ne put qu'accéder, peut-être à tort diront des mécontents, aux désirs de la puissante organisation des jeux olympiques. Sans vouloir cependant justifier la légende adoptée par le comité, nous rappellerons qu'auparavant on avait émis à Anvers les timbres de la VIIe olympiade et que cette manière d'écrire n'avait soulevé, à notre connaissance, aucune discussion byzantine.

En ce qui concerne les sujets, nous avons le souvenir d'avoir entendu les doléances du dessinateur à qui le comité aurait recommandé expressément de ne symboliser particulièrement aucun des sports qui composent les jeux olympiques modernes. Car nous

sommes loin de l'époque où des Edéens d'Olympie organisèrent la première compétition, constituée par une seule épreuve : la course en ligne droite sur le stade situé sur les bords de l'Alphée. Il y a maintenant, au cours de chaque assise, plusieurs dizaines de manifestations sportives diverses ; aussi, pour ménager toutes les susceptibilités, convenait-il de n'en glorifier aucune et de s'en tenir, par conséquent, à des généralités. Pour l'artiste, le champ des possibilités était donc sensiblement rétréci. Comme nous l'avons vu, ces expressions de généralités ont été plus ou moins heureuses ; mais il est bien certain que pas une des quatre maquettes n'a dû porter ombrage à aucune des classes de compétiteurs.

Par contre, si l'art graphique a eu aussi à souffrir, il faut bien reconnaître qu'il y a dans les sujets traités des différences sensibles entre la technique des deux artistes graveurs ; il en résulte que la série n'est pas homogène, et la vigueur des dessins de Becker n'a peut-être pas toujours été bien interprétée. Il y a eu aussi de grandes déceptions pour le choix des couleurs. De nombreux essais de tons avaient été établis, d'accord avec le dessinateur, et, puisque les timbres étaient imprimés en deux couleurs, on avait réussi, par des oppositions de teintes harmonieuses, à reproduire les sujets avec le maximum d'effet. Les suggestions ne furent pas retenues. Ouvrons ici une parenthèse pour dire que cette dernière particularité n'a pas été spéciale à cette émission : nous l'avons subie dans d'autres circonstances ; nous le regrettons dans l'intérêt même des travaux demandés à l'atelier de l'administration, les mêmes causes produisant les mêmes effets.

(*A suivre*).

Reproduction interdite.

UN BAUDOT MONOSECTEUR,

par L. BALON,
inspecteur des Postes et Télégraphes.

L'extension toujours croissante du baudot a eu pour résultat de reléguer au second plan le hughes, qui, pendant de longues années, occupa la première place. Ce dernier système, à côté d'un rendement individuel avantageux, présente, entre autres inconvénients, celui d'une manipulation particulièrement difficile. Aussi pense-t-on, depuis longtemps, à le supprimer. On a réalisé, dans ce but, des installations baudot à un seul secteur, suffisantes pour desservir des lignes d'importance secondaire avec le minimum de matériel et d'encombrement. Le « monosecteur », que présente aujourd'hui M. Balon, est de ce nombre.

Il convient, toutefois, de remarquer que le même problème se trouve maintenant résolu par les appareils arythmiques (genre télétype), véritables machines à écrire télégraphiques, adoptées pour le service international par le Comité consultatif international des communications télégraphiques ; grâce à l'extrême facilité de leur manipulation et à leur encombrement réduit, elles jouissent d'une faveur marquée de la part de nombreuses administrations étrangères. (N.D.L.R.)

Selon l'importance du trafic télégraphique à écouler entre deux postes, l'administration utilise le téléphone, le morse ou le sounder, le hughes, le baudot et, depuis quelque temps, met à l'essai des appareils arythmiques à clavier alphabétique. Le rendement pratique de ces systèmes de télégraphie dépend de l'habileté des opérateurs à la transmission tout d'abord, mais surtout à la réception.

Il est une autre considération dont il faut tenir compte, car elle a une grande importance : c'est la tenue en service des appareils. Leur maintien en état de marche nécessite, pour la plupart d'entre eux, des interventions fréquentes d'agents mécaniciens, souvent éloignés pour une cause ou pour une autre du lieu d'utilisation. On sait combien le hughes, par exemple, demeure sujet à des dérangements nombreux, que le personnel manipulant ne peut pas toujours relever et pour lesquels les mécaniciens doivent intervenir sans délai.

On sait aussi que le baudot, dans l'ensemble d'une installation quelle qu'elle soit et moyennant quelques pièces de rechange,

permet une étonnante et appréciable continuité de service, que les dirigeurs se chargent d'assurer seuls sans aucune difficulté : les agents mécaniciens, sauf pour les réparations importantes, s'occupent très rarement de l'appareillage Baudot et moins encore des réglages. Cela tient à la robustesse, à la clarté, à la simplicité du système et à la très judicieuse séparation des organes constitutifs, tout autant qu'à la qualité de fabrication d'appareils que maintenant tous les télégraphistes connaissent bien et qu'ils apprécient de plus en plus en tant qu'instruments de travail.

Pourquoi, dans ces conditions, ne pas mettre à la disposition de l'exploitation un baudot *mono-secteur*, c'est-à-dire desservi par un seul agent et utilisé à l'alternat comme l'est un hughes, si la capacité moyenne de rendement par agent (laquelle est conditionnée en grande partie par les possibilités de dérangements) reste la même qu'avec ce dernier appareil ou lui est supérieure et si, bien entendu, l'importance du trafic à écouler ne nécessite pas un baudot double ?

L'idée n'est pas nouvelle. Elle avait pris corps à l'origine de l'appareil Baudot : des installations dénommées à l'époque *baudots simples* ont fonctionné en duplex entre Paris et Lille, Paris et Nantes, etc... Le baudot simple, réétudié par M. Lesaffre, ancien directeur de la section Baudot des Ateliers, a de nouveau été réalisé en 1913, et il assure depuis cette date le service entre Nantes et Lorient. En 1917 un baudot simple a été monté entre le Mans et Tours.

Un nouveau type de baudot simple a été créé récemment ; bénéficiant des derniers perfectionnements apportés à l'appareillage Baudot; il limite même les fonctions du dirigeur et ne laisse aux agents exploitants que la transmission et le collage de la bande : les appels, les réponses, les positions de transmission, de réception ou de coupure ne nécessitent aucune manœuvre.

Description. — Ce baudot monosecteur (fig. 1) se compose :
d'un distributeur ;
d'un groupe manipulateur-traducteur du type Grunenwald ;
d'un relais Baudot ;
de quelques accessoires.

1. *Distributeur.* — Le socle est du type « régulateur Doignon-Mendonça-d'Oliveira » (D.M.O.).

Ce socle supporte une cage, avec ou sans organes correcteurs, suivant qu'il s'agit du poste corrigé ou du poste correcteur. Toute-

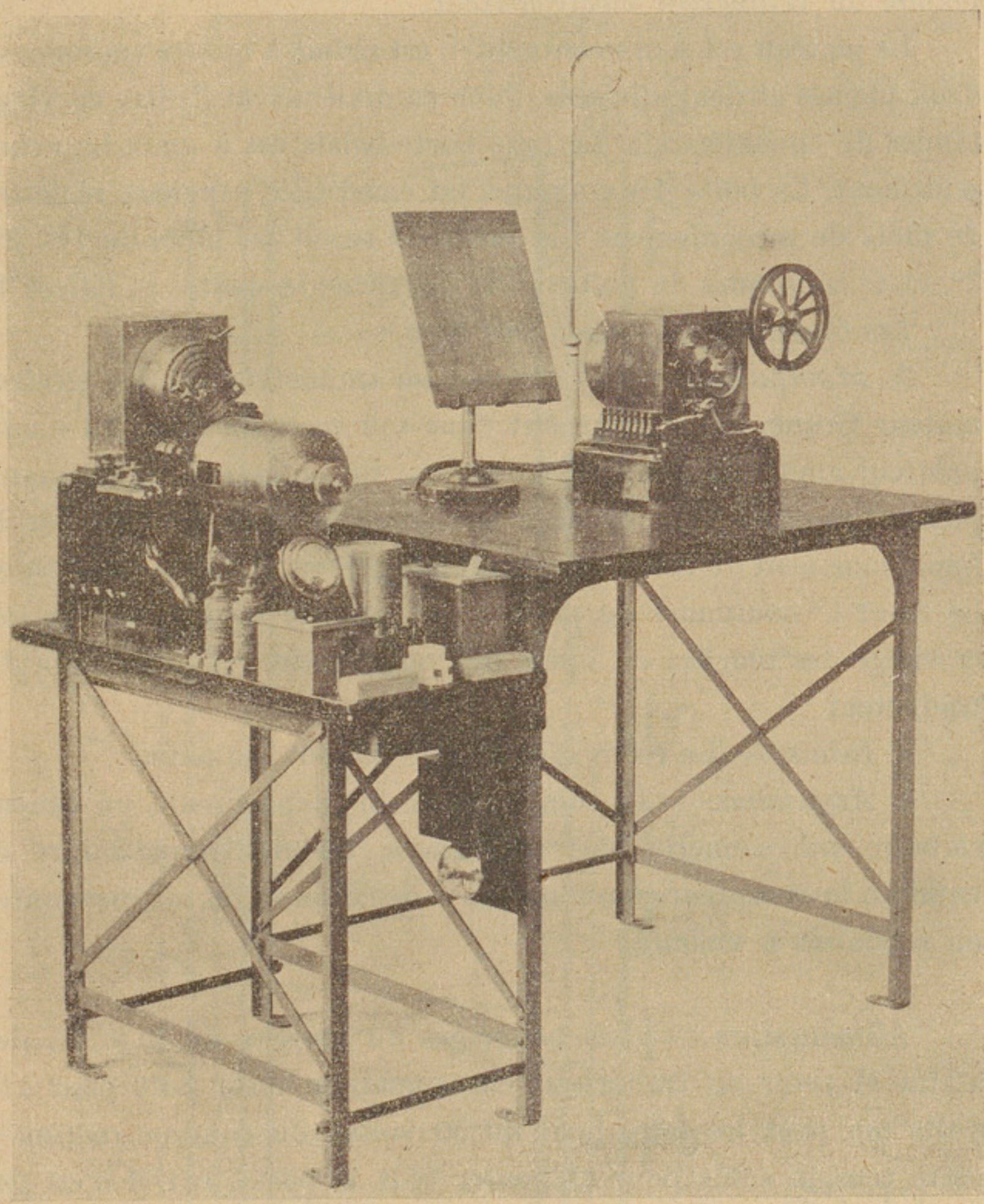


Fig. 1.

fois la cage de ce dernier poste renferme tout de même un électro-aimant du modèle des électro-aimants de correction et placé dans les conditions habituelles. Cet électro-aimant n'a d'autre fonction que d'actionner un indicateur de présence, lequel émerge à la partie

supérieure de la cage. Un ressort antagoniste ramène l'armature au repos ; en outre, les noyaux sont garnis, au centre, d'une petite tige de laiton pour éviter le collage de l'armature.

Un inverseur rotatif est fixé à l'arrière des cages pour la commande du traducteur électromoteur.

Le plateau est à dix contacts. Il est réduit à quatre couronnes : deux pleines et deux divisées, l'une en dixièmes et l'autre en vingtièmes de circonférence. Le bras porte-balais est à deux branches seulement. La boîte des coupures est constituée par deux réglettes de plots de raccordement : la première reçoit les plots de 1re, 2e, 3e, et 4e couronnes du plateau ; la deuxième les plots +, ER et T.

Les couronnes du plateau sont fixes.

2. *Manipulateur-traducteur.* — Le traducteur est un électromoteur Grunenwald, contenant dans son socle de fonte un manipulateur amovible, sans électro-aimant de cadence. L'agent manipulant transmet sans cadence spéciale : le bruit produit par le fonctionnement du traducteur suffit à le guider ; dans ces conditions, les 3e et 6e couronnes du plateau ont pu être supprimées. Le décrochage des touches est opéré mécaniquement par la rotation du traducteur.

3. *Relais.* — Le relais est du type Baudot ordinaire.

4. *Accessoires.* — Ils comprennent un coupe-circuit, un annonciateur, une sonnerie, des résistances, un milliampèremètre et enfin un interrupteur-commutateur à deux manettes indépendantes ou solidaires à volonté.

Alimentation. — Les bobinages du moteur du D.M.O., des stator et rotor du traducteur électromoteur étant faits pour 110 volts (on peut les faire pour 40/50 volts), du courant *continu* à cette tension suffit pour alimenter tout le poste, car il *n'est pas fait usage de courant de repos.* Les intensités de ligne, d'aiguillage et de sonnerie sont obtenues au moyen de résistances.

Fonctionnement. — Le diagramme de la figure 2 indique l'emploi du temps.

On voit sur ce diagramme que l'un des postes est correcteur ;

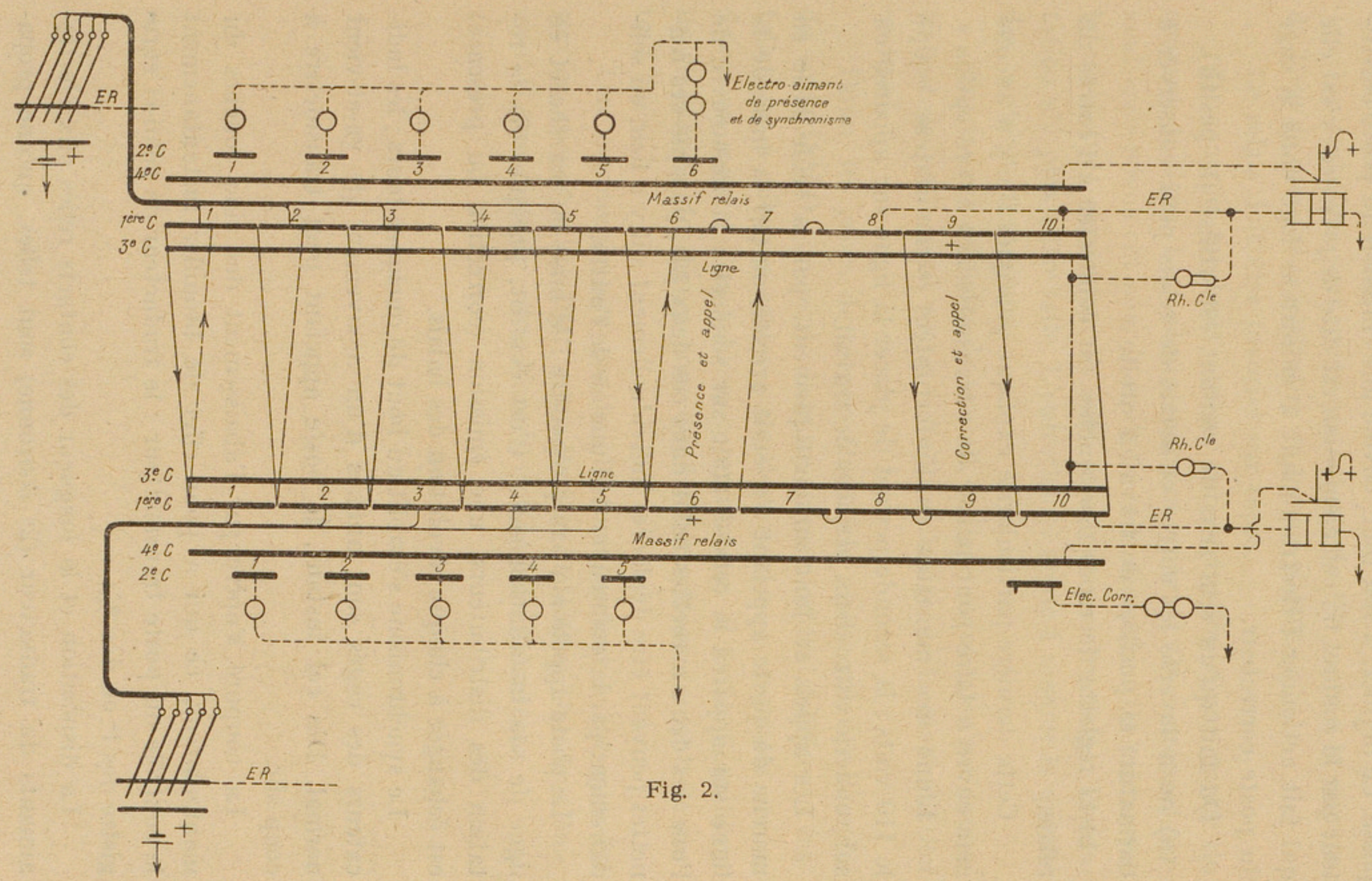

ER
2e C
4e C
Electro-aimant
de présence
et de synchronisme
1
2
3
4
5
6
Massif relais
1ère C
3e C
7
8
9
10
Ligne
Présence et appel
Correction et appel
Rh. Cle
3e C
1ère C
4e C
2e C
Elec. Corr.

Fig. 2.

par le contact 9, une émission de correction est envoyée vers l'autre poste. Ce dernier, à son tour, envoie une émission au poste correcteur par le contact 6 ; cette émission est dite *de présence* ; c'est elle qui fait actionner l'électro-aimant à indicateur logé dans la cage du poste correcteur.

Du fait qu'un seul sens de courant est utilisé (le positif),

a) on a inversé les entrée et sortie de relais pour conserver à l'armature sa position de travail à droite ;

b) la réglette de repos des touches est connectée à l'entrée du relais.

Cette dernière particularité explique pourquoi il n'y a aucune manœuvre à faire pour passer de « transmission » à « réception ».

L'une des manettes de l'interrupteur commutateur coupe le 110 volts ; la seconde permet de placer la ligne sur appareil ou sur sonnerie entre deux périodes de travail.

Les appels se font automatiquement, par la seule mise en marche du poste appelant s'il était arrêté, ou par la mise de la ligne sur appareil si celle-ci était sur sonnerie ; la manœuvre de l'une des deux manettes suffit dans ces deux cas, puisque ces manettes peuvent être déplacées individuellement s'il y a lieu, ou solidairement par la manœuvre de l'une ou de l'autre.

Le poste appelé n'a pas à répondre : la mise en marche et en ligne de son installation suffit. C'est évident, puisque, dès la rotation des distributeurs, une émission (correction ou présence) est échangée à chaque révolution des balais.

Le synchronisme s'établit au bout de quelques tours ; les indicateurs des cages sont animés d'un mouvement de va-et-vient normal. Dès cet instant, le poste appelant peut transmettre à coup sûr.

La coupure s'opère par l'abaissement des cinq touches du manipulateur, ce qui a pour effet de brouiller instantanément le contrôle du poste transmetteur : le traducteur de celui-ci enregistre des P ou des %.

La disposition et la longueur des contacts reliés aux électro-aimants du traducteur (2e couronne) sont telles, qu'une propagation aller et retour d'un demi-contact (1 /20 de circonférence)

est possible. Il n'y a pas de croisement de courants, puisque les transmissions sont alternatives.

Les émissions sont, pour une vitesse de 180 tours à la minute, de 1 /30 de seconde, c'est-à-dire de longue portée.

Le relais doit être favorisé sur repos.

Le contrôle local est obtenu par dérivation d'une partie du courant de ligne. Les mêmes contacts écourtés (2e couronne) servent successivement pour le contrôle et la réception. De même que le contact de correction, ils sont fixes par construction : l'orientation n'a plus à être faite. L'entretien se borne à assurer la qualité des contacts électriques.

Entre deux périodes de travail, la ligne étant mise sur annonciateur, le poste peut servir à l'apprentissage de la manipulation en local.

Enfin, les prises de vitesse étant très aisées grâce à l'emploi du socle D.M.O., on peut, dans un bureau central, utiliser n installations à vitesses égales pour desservir $n + x$ postes secondaires au moyen d'un tableau commutateur. Il suffit d'équilibrer les résistances des lignes pour que les dérivations de contrôle restent fixes.

Une communication par baudot monosecteur a été mise en service, en novembre 1931, entre Evreux et Rouen. Une deuxième vient d'être réalisée entre Nantes et Challans (Vendée).

ACOUSTIQUE DES SALLES, [1]

par P.-M. PRACHE,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

La question de l'acoustique des salles, qui est malheureusement beaucoup trop négligée à l'heure actuelle, joue un rôle fondamental dans la qualité du cinéma sonore. Il suffit, pour s'en convaincre, d'écouter le même film représenté sur le même appareil dans des salles différentes. Dans les unes, la reproduction est excellente avec intelligibilité parfaite, tandis que dans certaines salles, de construction défectueuse, les paroles sont à peine compréhensibles.

a) **Réverbération.** — Les qualités acoustiques des salles sont dominées par la question de la *réverbération*, que nous allons chercher à définir tout d'abord.

A l'air libre, un ébranlement bref de l'air donne naissance à une onde qui se propage sphériquement, l'intensité sonore décroissant comme le carré du rayon. L'oreille d'un auditeur n'est frappée qu'une seule fois par cette onde.

Dans une salle close, au contraire, l'onde sonore parvient très rapidement contre les murs de la salle et s'y réfléchit. Les réflexions multiples qui interviennent provoquent un brassage énergique de cette onde, et l'on peut admettre qu'au bout d'un temps très court l'intensité sonore est sensiblement la même en tous les points de la salle. L'oreille d'un spectateur est donc frappée un grand nombre de fois par la même onde. Mais, si la salle est bien construite, cette oreille ne pourra distinguer les divers passages et, après l'arrêt de la source, l'auditeur aura l'impression

---

1. Dernier chapitre d'un article paru dans le *Bulletin de la Société française des électriciens* de décembre 1931 sous le titre : *Le cinéma parlant.*

que le son se prolonge en décroissant. C'est ce phénomène qui constitue la *réverbération*, et dont nous allons chercher à déterminer l'importance. Pour y parvenir de façon simple, nous ferons l'hypothèse, évidemment un peu grossière, qui consiste à supposer que le brassage de l'onde suit immédiatement l'émission du son, ce qui revient à admettre qu'à tout instant la densité d'énergie et par suite l'intensité sonore sont les mêmes en tous les points de la salle (1).

On constate expérimentalement que, lorsqu'une onde sonore d'intensité I frappe un mur, ce mur en absorbe une portion aI, l'intensité de l'onde réfléchie étant alors $(1 - a)\, I$. Le « coefficient d'absorption » a ne dépend que de la nature de la surface. Aux fréquences moyennes, il est d'environ 1 à 2 % pour des murs construits en matériaux durs et lisses, et peut atteindre 90 % pour des parois en matériaux absorbants spéciaux, tels que le feutre épais ou la laine de verre. Il est facile de voir qu'après brassage parfait de l'onde dans la salle l'énergie sonore provenant de toutes les directions et frappant en une seconde un élément de paroi de surface $\mathrm{d}S$ a pour valeur :

$$\frac{I\,\mathrm{d}S}{4}.$$

La puissance sonore absorbée par $\mathrm{d}S$ aura donc pour valeur $\frac{aI\,\mathrm{d}S}{4}$, et la puissance sonore absorbée par l'ensemble des parois de la salle :

$$\sum \frac{aI\,\mathrm{d}S}{4} = \frac{A}{4}\, I,$$

1. La *densité d'énergie* à un instant donné en un point d'une salle est la quantité d'énergie sonore emmagasinée à cet instant dans l'unité de volume entourant ce point.

L'*intensité sonore d'une onde plane* se définit comme la quantité d'énergie qui traverse en une seconde une surface égale à l'unité et normale à la direction de propagation. Dans le cas où l'onde provient de plusieurs directions, on peut définir l'intensité sonore comme la quantité d'énergie qui pénètre en une seconde dans une sphère entourant le point considéré et dont la surface du grand cercle est égale à l'unité.

Il résulte immédiatement de ces définitions que l'intensité sonore en un point est égale au produit de la densité d'énergie en ce point par la vitesse du son.

en posant :

$$A = \sum a \, \mathrm{d}S.$$

La quantité A, qui est égale à la somme des produits de la surface de chaque élément de paroi par le coefficient d'absorption de la matière qui la compose, est appelée *absorption totale* de la salle.

D'autre part, si nous désignons par E la densité d'énergie, par c la vitesse du son et par V le volume de la salle, la quantité d'énergie sonore emmagasinée dans cette salle a pour valeur :

$$VE = \frac{V}{c} I,$$

puisque l'intensité sonore est égale au produit de la densité d'énergie par la vitesse du son.

En écrivant que la puissance sonore P émise par une source est égale, à tout instant, à la somme de l'accroissement de l'énergie sonore dans la salle et de la puissance absorbée par les parois, nous obtenons la relation :

$$\frac{V}{c} \frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t} + \frac{A}{4} I = P, \tag{7}$$

dont la solution est :

$$I = \frac{4P}{A} \left(1 - e^{\frac{-cAt}{4V}} \right), \tag{8}$$

ou, en posant, comme on a coutume de le faire :

$$e^{\frac{-cAt}{4V}} = 10^{-\frac{6t}{T}} \tag{9}$$

et

$$I_1 = \frac{4P}{A} : \tag{10}$$

$$I = I_1 \left(1 - 10^{-\frac{6t}{T}} \right). \tag{11}$$

Si l'on arrête brusquement la source, l'intensité sonore sera donnée, à partir de ce moment, par la solution de l'équation (7) sans second membre, soit :

$$I = I_2 . 10^{-\frac{6t}{T}}, \tag{12}$$

en désignant par I_2 l'intensité sonore au moment de l'arrêt de la source.

La quantité T, appelée *temps de réverbération* de la salle, est

donc égale au temps qui s'écoule entre l'arrêt de la source et le moment où l'intensité sonore a décru au millionième de sa valeur.

Des relations précédentes, résultent les deux lois fondamentales suivantes :

1) L'intensité sonore I_1, en régime permanent, est indépendante du volume de la salle : elle ne dépend que de la puissance de la source et de l'absorption totale des parois.

Signalons ici que l'on a déterminé expérimentalement que l'intensité sonore à obtenir dans une salle, pour une audition confortable, est, dans les fréquences moyennes, 5 millions de fois celle du seuil d'audibilité [1], soit 67 décibels au dessus. Disons, pour fixer les idées, que cette intensité correspond à une surpression d'une dyne par centimètre carré et à une vitesse de déplacement de l'air de $0^{mm},25$ à la seconde. Pour cette intensité, l'amplitude de déplacement de l'air est d'un millième de millimètre à la fréquence de 50 p : s et n'est plus que d'un cent-millième de millimètre à la fréquence de 5000 p : s.

L'intensité sonore étant fixée, c'est l'absorption qui détermine la puissance de l'appareil à installer dans la salle. Le calcul se fait au moyen de la relation (10), qui s'écrit :

$$P = \frac{A}{4} I. \tag{13}$$

Dans une salle de 1000 places et d'absorption normale, cette puissance est de l'ordre d'un watt. Elle atteint 6 à 8 watts pour les grandes salles de Paris (Paramount, Olympia).

2) L'intensité sonore ne s'établit pas immédiatement, mais croît progressivement conformément à la relation (11). De même, lorsque la source cesse d'émettre, l'intensité décroît selon la loi exponentielle. La durée des périodes transitoires d'établissement et de décroissance est fonction du temps de réverbération (fig. 1). Ce temps est donné, en fonction du volume de l'absorption totale

1. Cf. Johnson, *Circuits de transmission pour communications téléphoniques*, p. 2.

de la salle, par la relation (9), qui s'écrit, après simplification, lorsque V et A sont exprimés en unités métriques :

$$T = 0{,}164 \frac{V}{A}. \tag{14}$$

Le temps de réverbération, qui est de l'ordre d'une seconde pour les grandes pièces d'appartement, peut atteindre 10 à 12 secondes dans les grands édifices nus, tels que les cathédrales.

Par le fait qu'elle prolonge le son, la réverbération, si elle n'est pas excessive, peut avoir une influence favorable sur la sono-

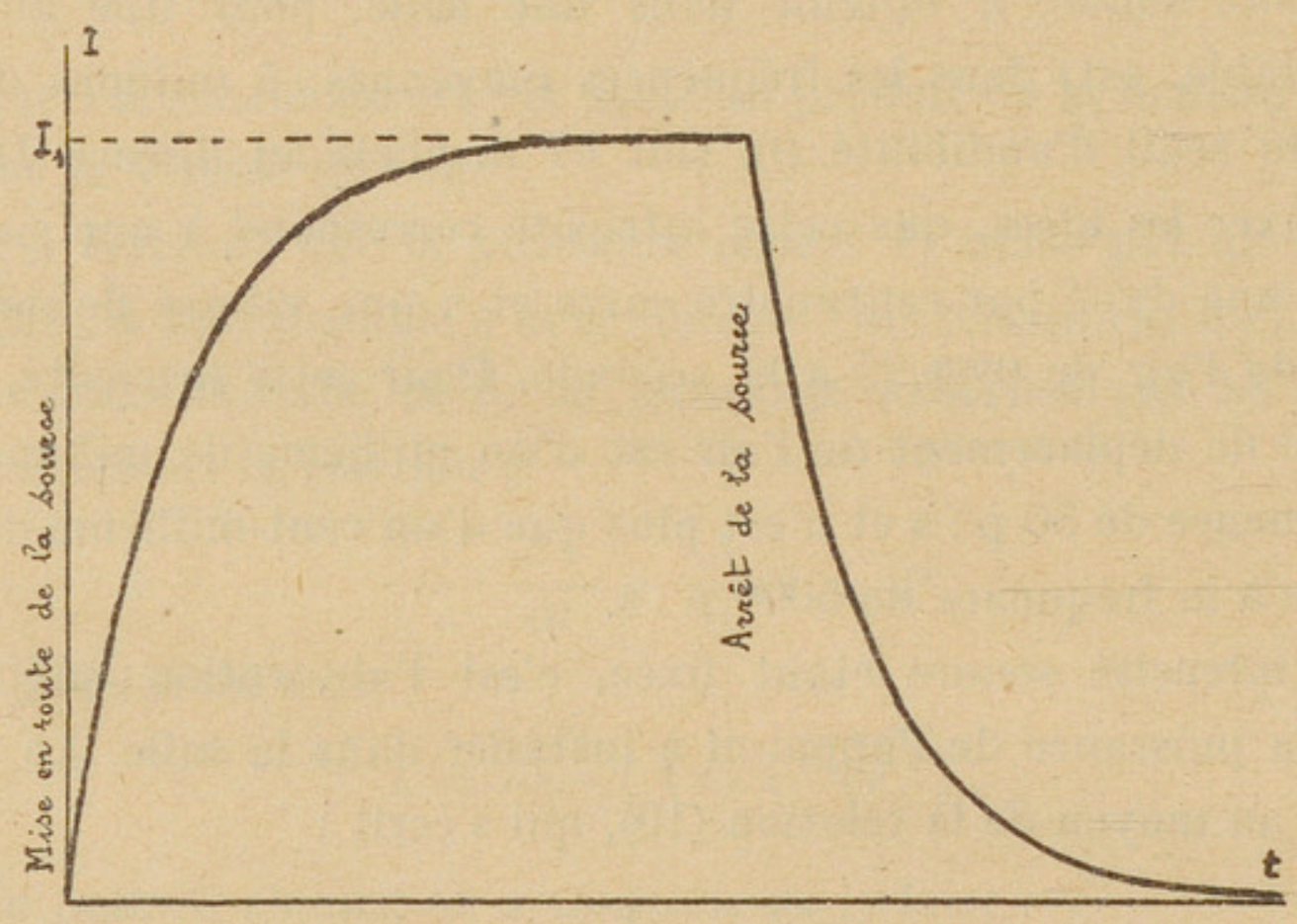


Fig. 1. — Etablissement et arrêt du son dans une salle.

rité de certains instruments de musique, tels que l'orgue ou le piano. En revanche, elle exerce toujours un effet nuisible sur l'intelligibilité des conversations. Le rythme de la parole est, en effet, beaucoup plus rapide que celui de la musique. Dans la conversation courante, on peut admettre que la vitesse d'élocution est de 5 syllabes ou 10 sons élémentaires par seconde. Les courbes de la figure 2 montrent que, dans ces conditions, si le temps de réverbération est d'une seconde, l'intensité sonore d'une syllabe sera diminuée à 6 % de sa valeur maximum à la fin de l'émission de la syllabe suivante. Pour un temps de réverbération de 2 secondes, la diminution ne serait plus que de 30 % et, dans ce cas, l'intelligibilité serait déjà très amoindrie.

Il semblerait donc que l'on aurait toujours intérêt à diminuer la réverbération des salles destinées aux discours ou conférences. Il est cependant un cas où la réverbération est indispensable : c'est celui de l'orateur appelé à parler devant un public nombreux. Nous ne devons pas oublier, en effet, que, pour une source de puis-

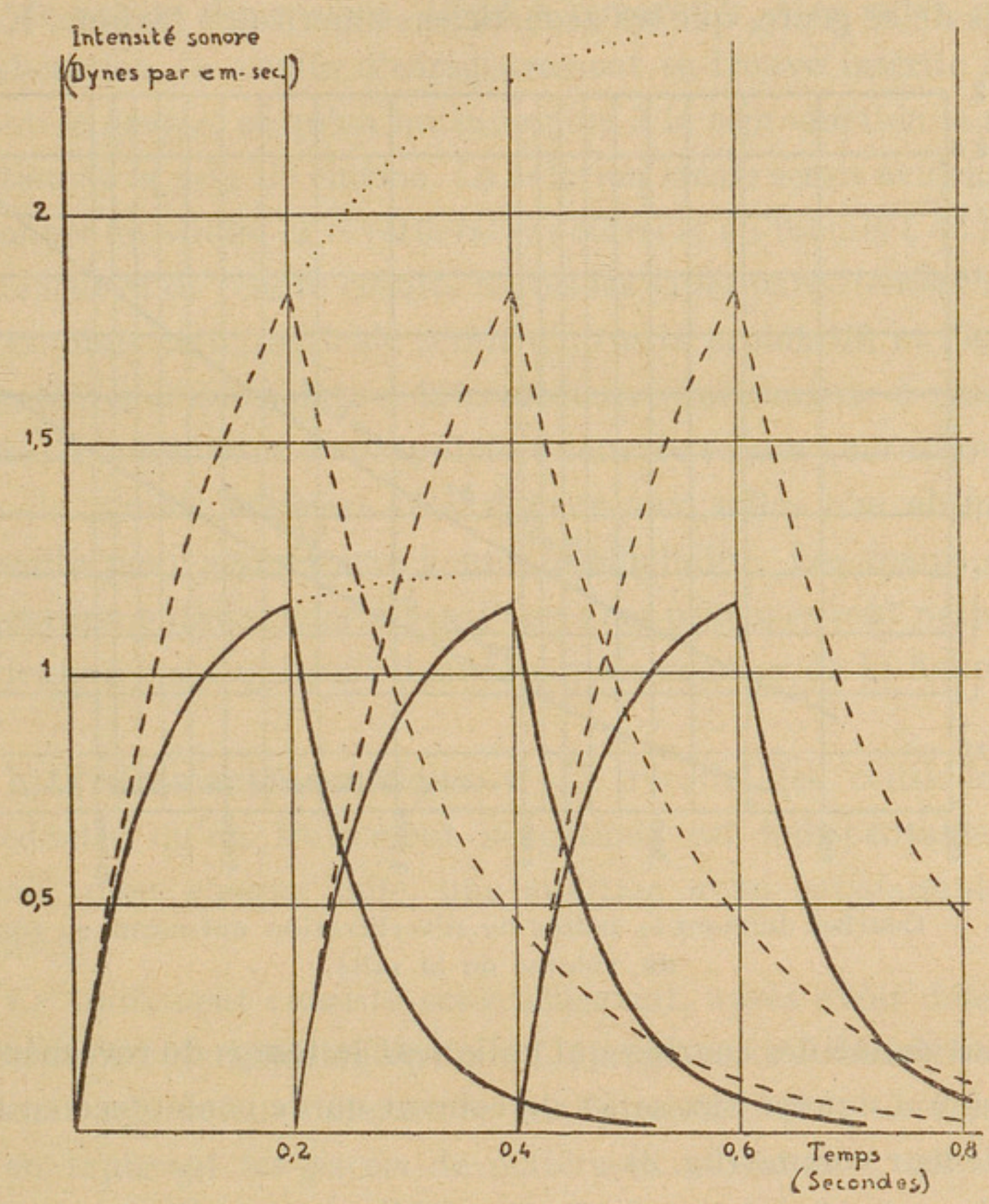


Fig. 2. — Variation de l'intensité sonore pour les paroles.
Source de 0W,2 dans une salle de 4000mc. Vitesse d'élocution : 5 syllabes à la seconde. Temps de réverbération : 1s, courbes en traits pleins ; 2s, courbes en traits discontinus.

sance donnée, l'intensité sonore varie en raison inverse de l'absorption de la salle ; et, comme la puissance de notre organe vocal est essentiellement limitée, ce n'est que grâce à une faible absorption, c'est-à-dire à une grande réverbération, qu'un orateur parviendra à se faire « entendre » dans une grande salle. Mais il ne pourra se faire « comprendre » qu'en diminuant considéra-

blement sa vitesse d'élocution, et cela explique le ton emphatique des grands orateurs. Il existe d'ailleurs une autre raison pour limiter l'absorption : c'est que l'on ne doit pas choquer les habitudes préétablies de l'œil et de l'oreille, qui nous font attendre de chaque salle une certaine réverbération (1). C'est en partant de considérations de ce genre, que les acousticiens américains (Sabine, Knud-

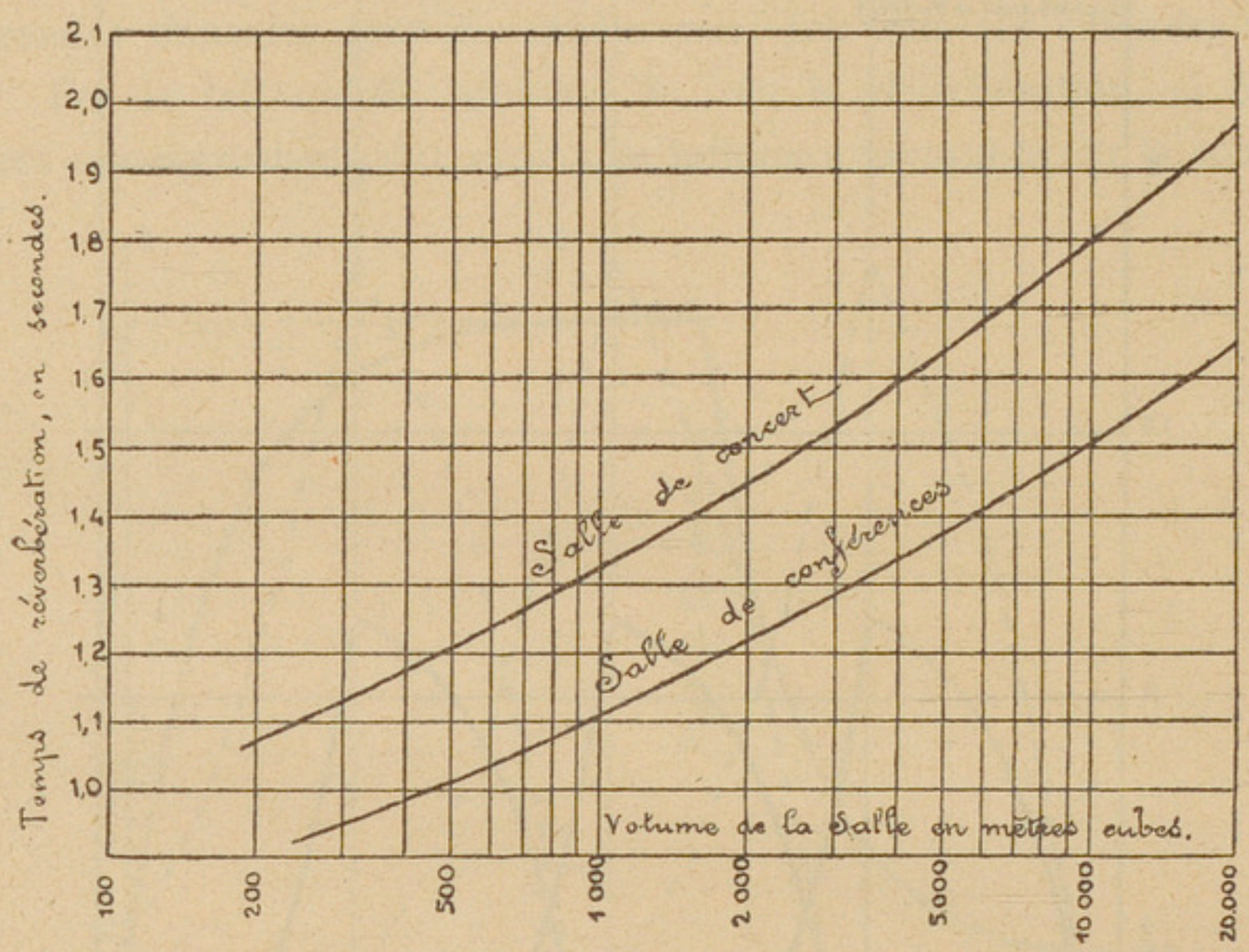


Fig. 3. — Courbes donnant le temps de réverbération optimum en fonction du volume de la salle.

sen) ont donné des courbes qui indiquent le temps de réverbération optimum à donner aux salles de concert ou de conférence en fonction de leur volume (fig. 3).

Dans le cinéma parlant, le problème se présente de façon toute différente. La puissance sonore disponible est pratiquement illimitée. De plus, il n'y a pas à tenir compte de l'ac-

1. Tous ceux qui ont eu l'occasion de visiter les grands studios d'enregistrement, qui sont fortement amortis, ont certainement remarqué l'impression pénible que l'on ressent en y parlant pour la première fois. Il semble que la parole ne puisse sortir de la gorge. Cependant les conditions acoustiques y sont très voisines de celles du plein air. Il est bien connu, en revanche, que les pièces nues des appartements vides paraissent bruyantes. Dans les deux cas, la réverbération est hors de proportion avec le volume de la salle.

coutumance de l'oreille, car, s'il est vrai que le spectateur se trouve dans une grande salle, cette salle est parfaitement obscure. Pour obtenir une bonne illusion, on doit au contraire, chercher à réaliser une réverbération du même ordre que celle des pièces où se déroule la scène représentée sur l'écran, et qui sont le plus souvent de petites dimensions. Il est à remarquer, à ce sujet, que la réverbération du studio d'enregistrement se trouve inscrite sur le film ou le disque, et qu'on lui superpose à la reproduction la réverbération de la salle de cinéma. La solution idéale serait évidemment de donner au studio la réverbération correcte au moment de l'enregistrement et de rendre ensuite toutes les salles parfaitement absorbantes. Mais cette méthode serait d'un prix prohibitif, et l'on doit se contenter d'une solution intermédiaire, qui consiste à rendre le studio très absorbant (sauf toutefois pour les scènes qui se déroulent dans de grands édifices) et à donner aux salles une absorption suffisante pour assurer une bonne intelligibilité. Les temps de réverbération optima déterminés d'après ces principes sont nettement inférieurs à ceux qui sont donnés par les courbes de la figure 3.

b) Traitement acoustique. — Il résulte des considérations précédentes qu'un traitement acoustique est indispensable pour obtenir, dans chaque salle, une audition aussi satisfaisante que possible.

Ce traitement consiste essentiellement, après avoir déterminé le temps de réverbération optimum, à augmenter l'absorption pour l'amener à la valeur déterminée par la relation (14). Ceci est réalisé en tapissant les parois de matériaux absorbants, tels que le velours ou le feutre ; on utilise également des produits spéciaux, tels que la fibre de bois, la bagasse de canne à sucre ou la laine de verre.

La façon d'utiliser ces matériaux n'est pas indifférente. L'expérience montre, en effet, et la chose se conçoit facilement, que l'absorption des sons de fréquence élevée a lieu tout au voisinage de la surface des revêtements, tandis que l'absorption des sons de basse fréquence nécessite une grande épaisseur de matériaux. On constate, par exemple, que le feutre acoustique utilisé sous une

épaisseur de 2 centimètres présente un coefficient d'absorption de 50 % à la fréquence de 1000 p : s et de 8 % seulement à la fréquence de 50 p : s. Sous une épaisseur de 10 centimètres, l'absorption à la fréquence de 1000 p : s est essentiellement la même, tandis que le coefficient d'absorption pour la fréquence de 50 p : s est monté à 38 °/₀.

Une absorption insuffisante des fréquences basses augmentera l'intensité sonore pour ces fréquences au détriment des hautes et provoquera de la distorsion (1). C'est ce qui explique cette opinion, fréquemment émise, que les salles très absorbantes sont fatalement sourdes, ce qui est manifestement inexact, car le plein air, qui est parfaitement absorbant, n'est pas sourd. Si une salle est sourde, c'est, le plus souvent, parce qu'elle absorbe insuffisamment les basses fréquences. On doit donc réaliser le traitement acoustique au moyen de la quantité strictement nécessaire d'absorbant de bonne qualité, c'est-à-dire de grande épaisseur, et non, comme on le fait trop fréquemment, par un revêtement d'ensemble de la salle au moyen de plaques minces et d'absorption médiocre.

c) Résonances, échos, interférences. — En dehors des considérations ci-dessus, certaines règles architecturales doivent être observées dans la construction des salles de cinéma parlant.

On doit tout d'abord éviter les cavités profondes, car elles peuvent donner lieu à des résonances dans les fréquences audibles. Si de telles cavités existent, elles doivent, en tout cas, être rendues très absorbantes.

Les surfaces concaves, telles que les dômes, sont à proscrire, car elles agissent à la manière de miroirs et concentrent le son réfléchi en certains points, en y provoquant des échos gênants.

---

1. A ce sujet, plusieurs auteurs ont écrit récemment que les fréquences basses sont plus agréables à l'oreille que les fréquences élevées. A notre avis, ceci est contraire à la réalité. Comme nous l'avons dit au début de cet article, une quantité correcte de fréquences basses est nécessaire pour une reproduction puissante et naturelle. Mais, cette restriction mise à part, les préférences vont certainement aux « voix bien timbrées » et aux instruments de musique les plus riches en harmoniques de fréquences élevées. Par exemple, la sonorité du violon, qui comporte une proportion importante de sons de fréquence 5000 à 12000, paraît plus agréable que celle de la flûte, qui en est presque dépourvue.

De même, les grandes surfaces lisses, telles que les plafonds plats, entraînent la production d'interférences, c'est-à-dire de systèmes d'ondes stationnaires, d'où il résulte qu'en un point donné de la salle les sons de certaines fréquences peuvent être très affaiblis au détriment d'autres, qui sont au contraire amplifiés, c'est-à-dire que le son est déformé. A ce point de vue, les grands motifs décoratifs à relief très accusé ont un effet favorable sur l'acoustique des salles, car ils diffusent les ondes sonores. Une excellente disposition, très usitée en Amérique, consiste à garnir les plafonds de caissons en saillie, d'un à deux mètres de côté. Une disposition analogue a d'ailleurs été réalisée dans certaines salles parisiennes de construction récente (Gaumont palace).

LES SUPPRESSEURS D'ÉCHO

et les conditions générales qu'ils doivent remplir, [1]

par W. F. MARRIAGE, P. R. THOMAS et K. G. HODGSON.

Pour formuler les conditions auxquelles doivent satisfaire les suppresseurs d'écho, il est utile de rappeler les dispositions habituellement employées sur les circuits à grande distance.

Causes d'écho sur un circuit à quatre fils. — La figure 1 représente schématiquement le montage normal d'un circuit à quatre

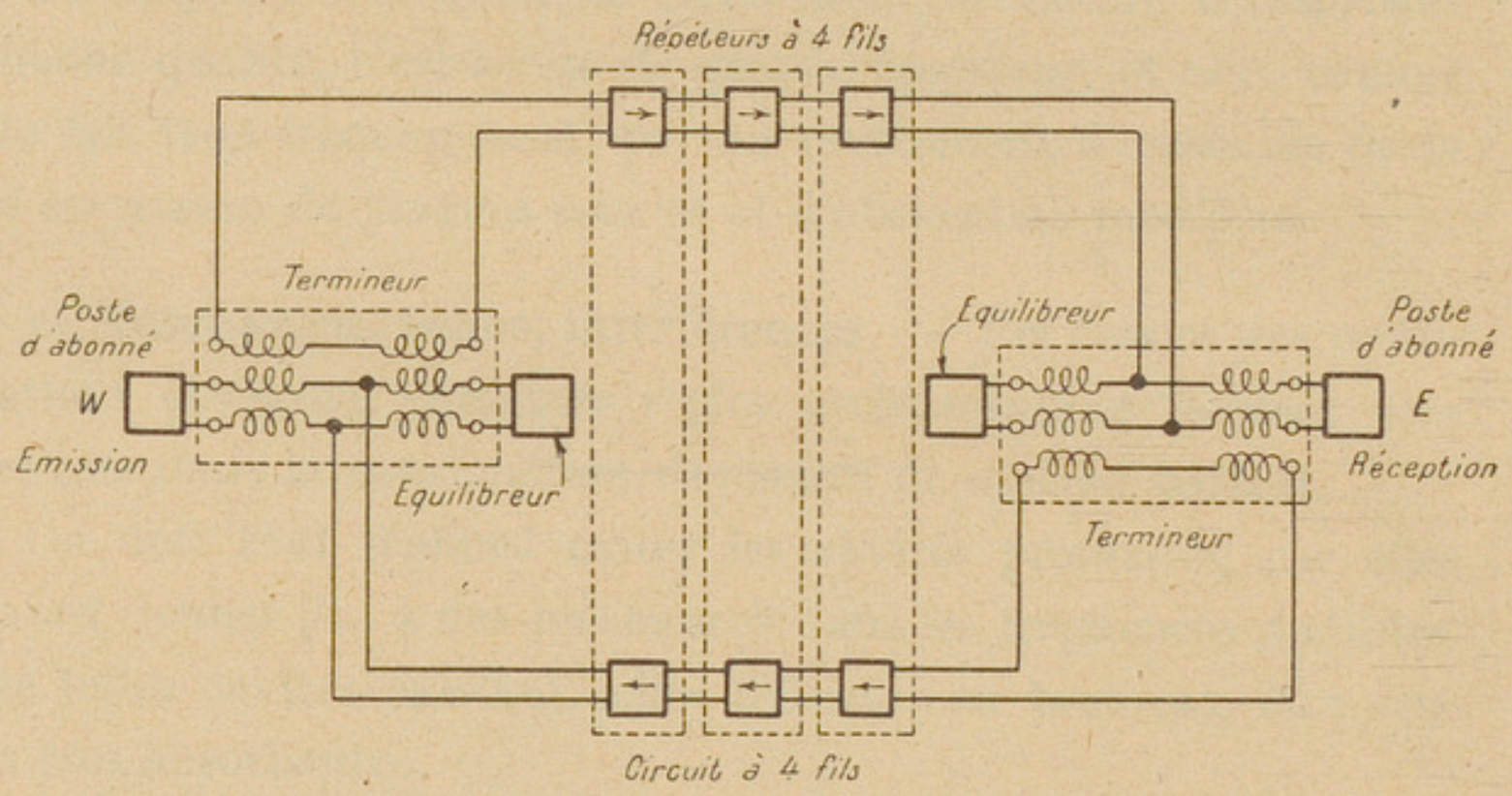


Fig. 1. — Schéma d'un circuit à 4 fils du type normal.

fils. A chaque extrémité, les voies E-W et W-E sont raccordées aux lignes à deux fils par l'intermédiaire de terminaisons équilibrées. Pour que la perte de transmission entre la sortie du circuit (W-E) et l'entrée du circuit de retour (E-W) soit suffisamment grande, il faut que les équilibreurs reproduisent très exactement les impédances des circuits bifilaires (E-W et W-E).

---

1. Traduction d'une partie d'un article sur *Le nouveau suppresseur d'écho de l'International standard electric corporation*, paru dans l'*Electrical communication* de janvier 1931.

Lorsqu'un circuit à quatre fils est prolongé à une grande distance à l'aide d'un câble ou d'une ligne aérienne, il est possible de réaliser un équilibreur imitant de près la caractéristique d'impédance en fonction de la fréquence du circuit de prolongement. Mais généralement un circuit à quatre fils est prolongé par une simple ligne

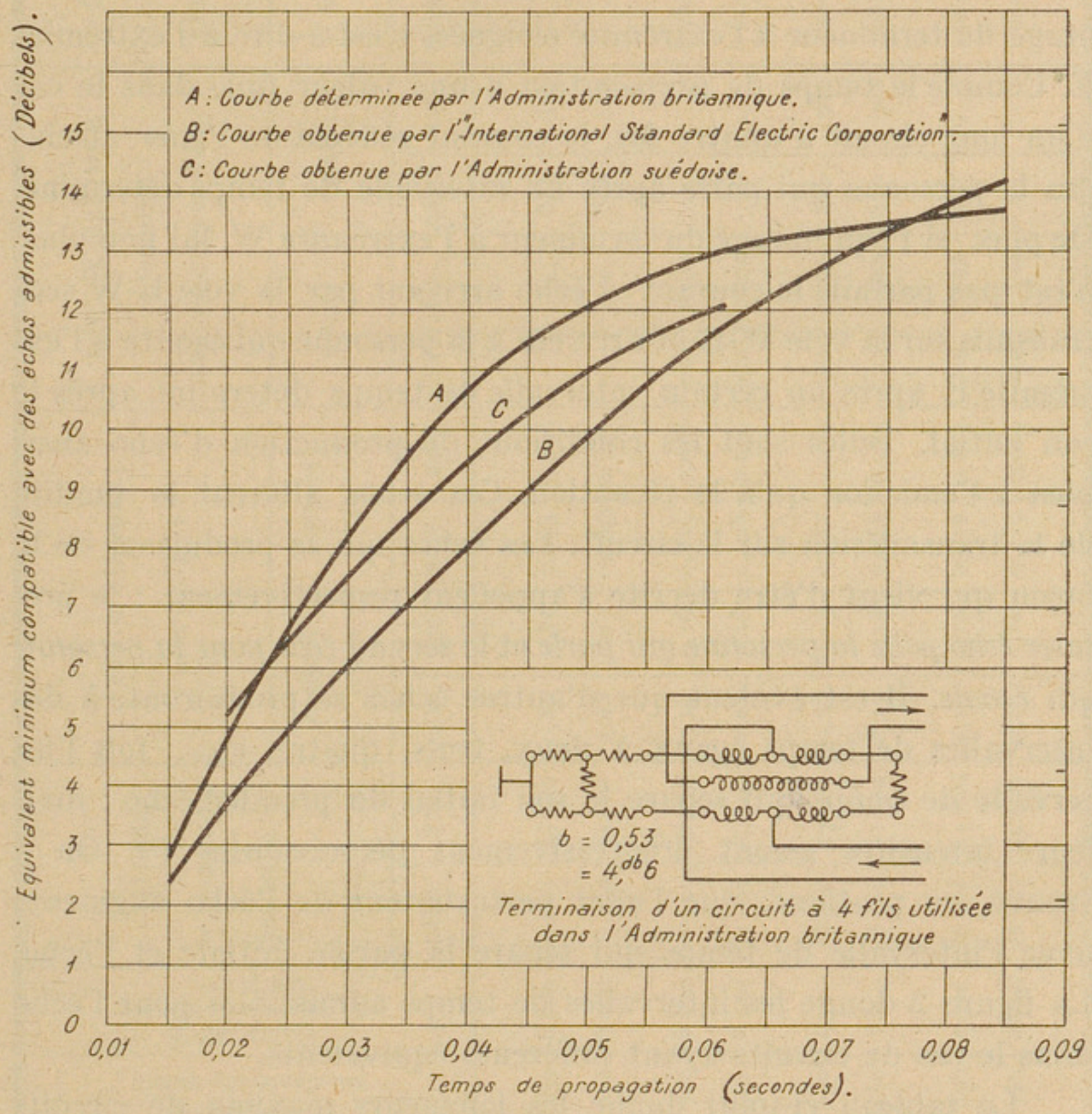


Fig. 2. — Relation entre le temps de propagation et l'équivalent.

d'abonné ou une courte ligne auxiliaire. Dans ces conditions, il est impossible de régler l'équilibreur de façon à ce qu'il corresponde à toutes les différentes lignes auxquelles le circuit à quatre fils peut être connecté. On est alors obligé d'utiliser un équilibreur de caractéristiques moyennes, ne réalisant qu'un équilibrage approximatif. Il en résulte que la perte de transmission entre le côté d'arrivée et le côté de départ du circuit à quatre fils dépendra du cir-

cuit bifiliaire auquel il est connecté. Dans ces conditions, les courants vocaux provenant de la personne qui parle à l'extrémité W, en arrivant à la terminaison E, seront transmis avec une certaine perte à travers le termineur et retourneront vers la personne qui parle par le circuit E-W; le niveau de transmission de ces courants retournant en W dépend de l'équivalent du circuit et de l'équilibrage du termineur à l'extrémité éloignée, c'est-à-dire à l'extrémité E. Comme le temps de propagation a une valeur finie dans le cas d'un long circuit à quatre fils, le courant réfléchi ou l'*écho* atteindra la personne qui parle après un intervalle de temps déterminé. De plus, si l'équilibrage du termineur à l'extrémité W, lui non plus, n'est pas parfait, le courant d'écho arrivant par la voie E-W sera transmis sur la voie W-E et arrivera à la personne qui écoute à l'extrémité E après un certain intervalle de temps déterminé après le son initial. Telles sont les conditions de production d'écho aussi bien à l'émission qu'à la réception. Ces échos altèrent la qualité de la transmission sur le circuit. Les échos qui se produisent de la façon qui vient d'être décrite s'appellent respectivement : le premier *écho pour la personne qui parle* et le second *écho pour la personne qui écoute.* Il est évident que d'autres échos se produiront, à des intervalles de temps égaux à deux, trois, quatre, etc... fois l'intervalle de temps qui sépare le son initial du premier écho ; mais leurs intensités seront progressivement décroissantes ([1]). On a trouvé, en pratique, que l'effet perturbateur de l'écho augmente avec l'intervalle de temps qui sépare la parole initiale et l'écho. La figure 2 donne les intervalles de temps admissibles pour l'écho dans le cas de circuits ayant différents équivalents.

Le tableau ci-joint donne les longueurs maxima de circuits réalisables avec et sans suppresseurs d'écho. On remarquera que le gain de portée réalisé par l'emploi de suppresseurs d'écho n'est pas grand dans le cas de circuits à charge mi-forte. Ceci s'explique par le fait que, dans le cas de circuits ainsi chargés, la portée maximum est déterminée non par l'effet perturbateur des échos mais par l'effet

1. A.B. Clarc et R.C. Mathes, *Echo suppressors for long telephone circuits*, dans *Electrical communication* de juillet 1925.

TYPE de charge.	DIAMÈTRE des conducteurs (en mm.).	TYPE du circuit.	IMPÉDANCE nominale (en ohms).	FRÉQUENCE de coupure nominale (en p : s)	VITESSE de propagation (par seconde) :		AFFAIBLISSEMENT pour 800 p : s :				PORTÉE MAXIMUM admissible sans suppresseur d'écho :				PORTÉE MAXIMUM admissible avec suppresseur d'écho :			
							décibels par		népers par		2 fils :		4 fils :		2 fils :		4 fils :	
					miles.	km.	mile	km.	mile.	km.	miles	km.	miles.	km.	miles	km.	miles.	km.
H—44—25	0,9	Combint	790	5 800	20 500	33 000	0,50	0,31	0,058	0,036	...	....	800	1 300	....	....	3 750	6 000
		Combiné	470	6 000	21 000	34 000	0,43	0,27	0,049	0,030	...	....	800	1 300			5 000	8 000
H—44—25	1,3	Combint	790	5 800	20 500	33 000	0,26	0,16	0,029	0,018	750	1 200	...	....	3 750	6 000		....
		Combiné	470	6 000	21 000	34 000	0,22	0,13	0,025	0,016	750	1 200	...	....	5 000	8 000		....
H—177—63	0,9	Combint	1 590	2 900	10 500	17 000	0,28	0,17	0,032	0,020	400	650	450	750	500	800	500	800
		Combiné	740	3 600	13 000	21 000	0 29	0,18	0,034	0,021	500	800	550	900	500	800	500	2 400
H—177—63	1,3	Combint	1 590	2 900	10 500	17 000	0,16	0,10	0,018	0,011	400	650	...	....	500	800	....	....
		Combiné	740	3 600	13 000	21 000	0,16	0,10	0,019	0,012	500	800	...	....	500	800	....	....

perturbateur des phénomènes transitoires. Cependant, dans tous les cas, la portée théorique maximum admissible dans le cas d'emploi de suppresseurs est beaucoup plus grande que celle qui figure sur le tableau ; mais les phénomènes transitoires limitent cette portée théorique à des valeurs beaucoup plus petites. C'est pourquoi les valeurs indiquées dans la dernière colonne du tableau sont, en fait, les limites imposées par les phénomènes transitoires.

Les suppresseurs d'écho peuvent également être employés dans le cas de circuits mixtes comprenant des sections à deux fils et des sections à quatre fils. Dans ce cas, il est généralement préférable de placer le suppresseur d'écho en un point convenable de la section à quatre fils, point dont le choix dépend de la constitution du circuit.

Les suppresseurs d'écho sont également très employés dans l'équipement terminal des liaisons radiophoniques entrant dans la constitution des circuits radiotéléphoniques.

Fonctionnement des suppresseurs d'écho. — Un suppresseur d'écho bloque une paire de conducteurs d'un circuit à quatre fils lorsque la parole est transmise par l'autre paire.

On pourrait croire, à première vue, que l'efficacité d'un suppresseur d'écho ne dépend pas de sa position sur le circuit à quatre fils. Les considérations suivantes montrent pourquoi il n'en est ainsi. Si le suppresseur d'écho était placé à l'extrémité du circuit, l'intervalle de temps correspondant à la transmission du courant de l'écho entre l'entrée du suppresseur d'écho et le point où s'effectue le blocage serait voisin de zéro et le fonctionnement du suppresseur devrait être instantané pour être efficace. C'est une condition qui ne peut être satisfaite en pratique, et, de plus, une limite maximum du temps de fonctionnement est déterminée dans certains cas par l'effet perturbateur produit sur le circuit par le fonctionnement même du suppresseur d'écho. Il en résulte que la durée de propagation de l'écho entre l'entrée du suppresseur d'écho et le point où s'effectue le blocage du circuit ne doit pas être inférieure au temps de fonctionnement du suppresseur d'écho. Cette condition correspond à la suppression de la partie initiale de l'écho. De même, la considération de la partie finale

d'un train de courants réfléchis montre que le temps de retour au repos (hangover time) du suppresseur d'écho, à la fin du blocage, ne doit pas être inférieur au temps de propagation de la voie suivie par ces courants réfléchis, afin que le suppresseur ne revienne pas à ses conditions de repos avant que le train complet des courants réfléchis n'ait atteint le point où a lieu le blocage du circuit.

Les conditions qui précèdent se rapportent à un suppresseur d'écho qui correspond à la transmission de la parole dans un seul sens. Evidemment, en pratique, deux suppresseurs d'écho de ce genre, identiques, fonctionnant chacun sur une voie de transmission dans un seul sens, sont nécessaires. Les fausses manœuvres dues aux courants d'écho eux-mêmes peuvent être évitées en connectant chacun des deux suppresseurs de façon à ce que son fonctionnement non seulement cause le blocage de la voie de transmission, mais encore paralyse le fonctionnement de l'autre suppresseur. Ce but est le mieux atteint, dans le cas normal, en plaçant le dispositif de blocage d'un des suppresseurs en un point situé avant les bornes d'entrée de l'autre suppresseur.

Conditions que doit remplir un suppresseur d'écho idéal. — On peut formuler de la façon suivante les conditions que doit remplir un suppresseur d'écho idéal :

1. Le suppresseur d'écho doit fonctionner lorsque la parole est transmise sur une paire de conducteurs d'un circuit à quatre fils ; il doit empêcher la propagation des courants d'écho sur l'autre paire de ce circuit ;

2. La durée de mise en service, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre l'arrivée des courants vocaux dans le suppresseur d'écho et le blocage de l'autre voie de transmission (pick-up time), doit être courte, de façon à ce que même des impulsions courtes puissent faire fonctionner le suppresseur ;

3. La durée de retour aux conditions normales de repos (hangover time), c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre la fin de la conversation sur une voie de transmission et le retour de l'autre voie de transmission aux conditions normales de repos, doit être assez longue, pour que le dernier courant réfléchi au point le

plus éloigné d'un circuit quelconque ait le temps d'atteindre le point où le blocage est effectué ; cette durée de retour au repos doit être réglable d'après les constantes du circuit ;

4. La durée de retour aux conditions normales de repos doit être sensiblement indépendante du niveau des courants vocaux à l'entrée du suppresseur d'écho, de façon à ce que les conditions normales puissent être toujours rétablies aussi rapidement que possible sur la voie de retour après l'arrivée du dernier écho au point de blocage ;

5. La sensibilité du suppresseur d'écho doit décroître rapidement au dessous du niveau minimum pour lequel l'appareil doit fonctionner, de façon à réduire les risques de fonctionnement intempestif du suppresseur sous l'effet des bruits de ligne ; c'est pourquoi la sensibilité doit être réglable d'après les différents niveaux de bruits que l'on rencontre sur les différentes lignes auxquelles le suppresseur d'écho peut être connecté.

La caractéristique d'un microphone moyen est telle, que les fréquences de 800 à 1200 p : s sont renforcées par rapport aux basses fréquences, qui prédominent dans la parole. Comme la plupart des bruits que l'on rencontre ordinairement sur les circuits téléphoniques sont de basse fréquence, on peut réaliser une meilleure séparation entre les bruits et la parole en accordant le suppresseur d'écho à 900 p : s environ, de façon à ce que la sensibilité décroisse rapidement au dessous de 800 et au dessus de 1200 p : s.

Les deux types de suppresseurs d'écho. — On a employé jusqu'à présent deux types de suppresseurs d'écho : le suppresseur d'écho à relais (c'est-à-dire à électro-aimants) et le suppresseur d'écho à tubes à vide ou à triodes (grid jamming type).

Suppresseur d'écho à relais. — Le suppresseur d'écho à relais comprend un amplificateur-redresseur qui est monté entre les deux fils d'une paire de conducteurs du circuit à quatre fils. Les courants vocaux redressés par cet amplificateur-redresseur actionnent un relais qui met en court-circuit l'autre paire du circuit à quatre fils. Le relais (ou le système de relais) est à libération retardée, de façon à satisfaire à la condition n° 3. L'équipement normal comprend

deux de ces amplificateurs-redresseurs, dont chacun est actionné par une paire de conducteurs et met en court-circuit l'autre paire de conducteurs du circuit à quatre fils.

Suppresseur d'écho à triodes. — Le suppresseur d'écho à triodes diffère du suppresseur d'écho à relais par la méthode de blocage de la voie de retour. Il ne comprend pas de parties mobiles ; la tension de sortie de l'amplificateur-redresseur branché par la voie d'aller est appliquée à la grille de l'une des lampes du récepteur de la paire servant de voie de retour et produit une forte polarisation négative de cette grille, ce qui supprime la transmission sur cette voie de retour en réduisant à zéro le courant de plaque.

Pour réaliser la tension nécessaire pour la polarisation de la grille de la lampe du récepteur, le circuit de sortie du redresseur, qui est généralement connecté de façon à fonctionner comme un diode, est appliqué à une grande résistance en parallèle avec un condensateur aux bornes duquel se produit la tension utilisée pour la polarisation. Lorsque le condensateur est chargé, la tension ne tombe pas immédiatement à zéro quand la conversation cesse : le condensateur se décharge progressivement à travers la résistance, et le temps nécessaire pour que la tension tombe jusqu'à une valeur donnée dépend de la capacité du condensateur, de la valeur de la résistance et de la tension atteinte pendant la charge.

Comparaison des deux types. — Le suppresseur d'écho à relais satisfait bien à toutes les conditions indiquées ci-dessus, mais présente l'inconvénient de nécessiter un réglage des relais, ce qui complique l'entretien de ces appareils. Les relais en question sont généralement des relais de haute sensibilité, auxquels le personnel des stations de répéteurs n'est pas habitué ; et, comme la durée de retour au repos dépend en partie du réglage des relais, un tableau de réglage des durées de fonctionnement des relais doit être établi pour les essais de ces relais. De plus, dans certains cas, les suppresseurs d'écho à relais nécessitent l'emploi d'une batterie de polarisation de grille d'environ 100 volts en plus des batteries d'alimentation normalement utilisées pour les amplificateurs-redresseurs.

Les suppresseurs d'écho à lampes n'exigent que peu d'entretien. Comme leur fonctionnement dépend de la constance et de la stabilité d'éléments de circuits fixes, les essais périodiques se réduisent à la vérification, par les méthodes habituelles, du fonctionnement des lampes. Même le réglage initial ne comprend que le réglage de la sensibilité à l'aide de transformateurs à prises multiples, et le réglage de la durée de retour au repos par le réglage des résistances ou des condensateurs connectés en dérivation. Toutefois, en général, les caractéristiques de fonctionnement des

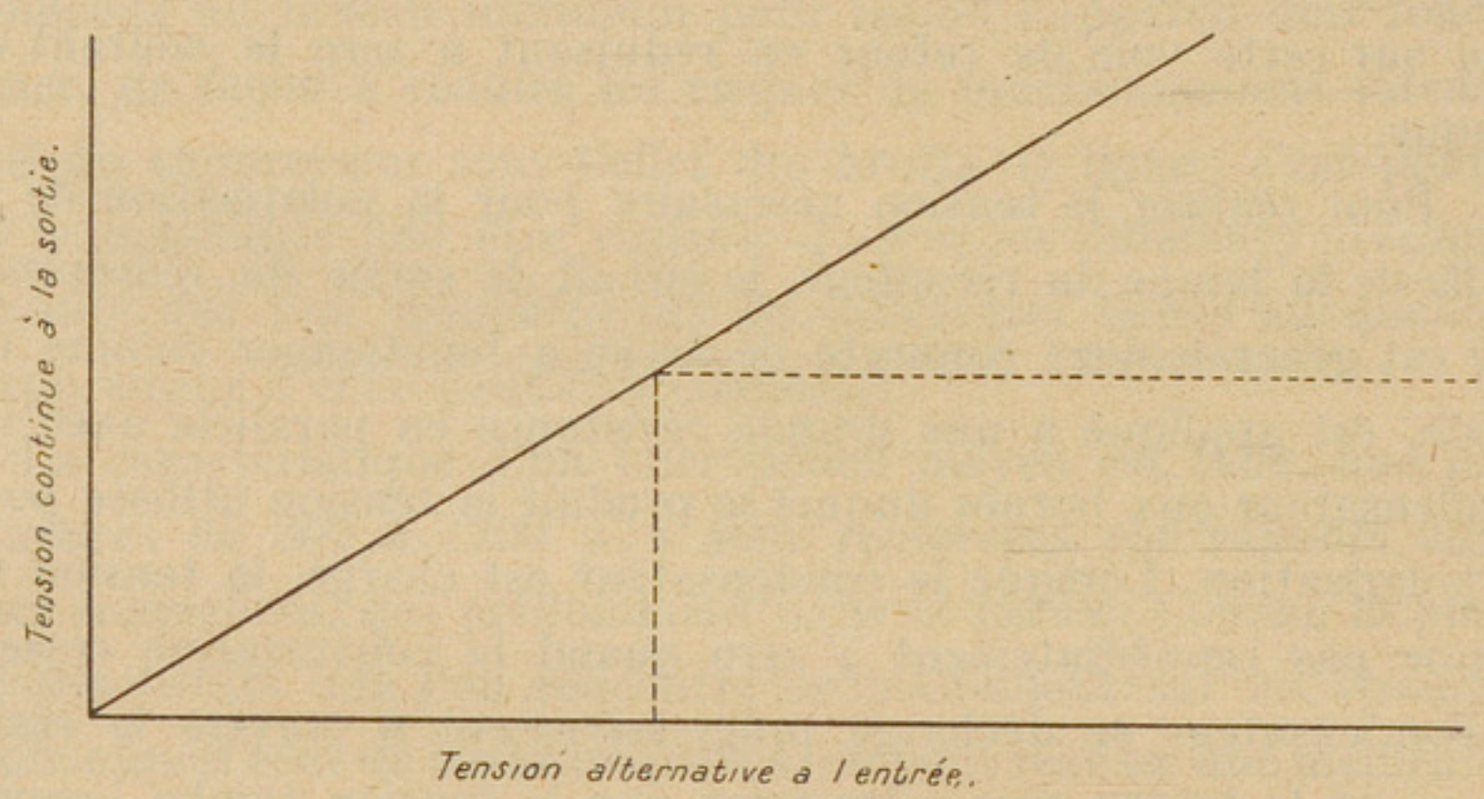


Fig. 3. — Relation entre les tensions à l'entrée et à la sortie.

appareils de ce type sont moins satisfaisantes ; en particulier, dans la plupart des cas, les suppresseurs d'écho de ce type n'ont pas permis, jusqu'ici, de satisfaire aux conditions 4 et 5. Ce défaut est dû surtout au fait qu'un amplificateur-redresseur, dont la résistance à la sortie est grande par rapport à l'impédance interne du redresseur-diode, a une caractéristique comme celle qui est représentée en trait plein sur la figure 3, la tension continue à la sortie étant proportionnelle à la tension alternative à l'entrée. Comme la durée de retour au repos dépend de la tension à la sortie, la condition n° 4 n'est pas satisfaite. De plus, la courbe ne présente pas de coude brusque, et des tensions de polarisation risquent d'être engendrées par les bruits de ligne. A ce point de vue, on peut réaliser une amélioration en appliquant une tension de polarisation néga-

tive au diode redresseur ; mais, comme ceci ne fait que décaler la courbe de la figure 3 vers la droite et n'augmente pas la pente, cette amélioration est réalisée aux dépens de la sensibilité. La courbe idéale répondant aux conditions à satisfaire est représentée en pointillé sur la figure 3.

SERVICE D'ÉTUDES
ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

Limites pratiques de l'équivalent de référence du système émetteur national et du système récepteur national dans une communication téléphonique internationale. (1)

Pour qu'une communication téléphonique soit bonne, il faut notamment que le correspondant qui écoute perçoive des sons d'importance suffisante : cette condition nécessaire ne peut être remplie que si le poste téléphonique des deux correspondants et les lignes qui relient ces postes possédent des qualités convenables. Ces qualités ont été fixées d'une manière précise, en septembree 1931, par l'assemblée plénière ou Comité consultatif international des communications téléphonique à grande distance (C.C.I.) Le but de la présente note est de montrer que le réseau téléphonique français est établi conformément aux recommandations du C.C.I. (2).

I. Organisation du réseau téléphonique de l'administration française. — Le réseau téléphonique de l'administration française est organisé sur les bases indiquées ci-après :

Les bureaux centraux téléphoniques pourvus du service interurbain sont classés dans les catégories suivantes :

1° Centres manuels à service permanent ;

2° Centres de distribution ;

3° Centres de transit.

Chaque réseau local est relié à un centre manuel au moins,

---

1. Note communiquée par M. R. Bigorgne, ingénieur.

2. La terminologie employée dans cette note a été définie antérieurement dans les *Annales* (août 1930, page 733) : *Sur la terminologie utilisée en téléphonométrie.*

soit directement, soit par l'intermédiaire d'autres réseaux locaux ; d'autre part, chaque centre manuel est relié par lignes directes à un centre de distribution au moins et chaque centre de distribution est lui-même relié par lignes directes à un centre de transit au moins ; enfin chaque centre de transit est pourvu de répéteurs sur cordons.

Tous les circuits internationaux (susceptibles d'écouler des communications téléphoniques à grande distance) aboutissent obligatoirement à un centre de transit.

Dans une communication internationale, on désigne sous le nom de *système émetteur* (ou *récepteur*) *national* le système constitué par le poste de l'abonné qui parle (ou qui écoute) et par l'ensemble des liaisons comprises entre ce poste et les bornes d'entrée (côté « bureau ») du transformateur du circuit international. La constitution du système national peut varier beaucoup avec l'abonné et le circuit international intéressés. Dans le cas particulier où le centre de distribution dont dépend l'abonné est aussi centre de transit et où, en outre, ce centre de transit dessert le circuit international, le système national se réduit au système constitué par le poste de l'abonné et l'ensemble des liaisons rattachant ce poste à son centre de distribution. Dans le cas le plus général, le centre de distribution est rattaché au centre de transit auquel aboutit le circuit international par l'intermédiaire d'un ou plusieurs centres de transit ; dans ce cas, les répéteurs sur cordons placés dans les centres de transit permettent de compenser l'affaiblissement des lignes reliant d'une part le centre de distribution au premier centre de transit et d'autre part les différents centres de transit entre eux. On voit donc que les limites maxima admissibles recommandées par le C.C.I. pour l'équivalent du système national à savoir 2 népers (nombre ramené à 1,7 pour 90 % des abonnés) *pour le système émetteur national* et $1^{N},3$ (nombre ramené à 1,2 pour 90 % des abonnés) *pour le système récepteur national*, s'appliquent au système constitué par le poste de l'abonné et l'ensemble des liaisons comprises entre les bornes de ce poste et le centre de distribution (ce dernier bureau y compris).

Avant de donner quelques exemples typiques de répartition des équivalents, il convient d'indiquer de quelle manière les services de

l'administration française effectuent les calculs approximatifs équivalents.

II. Détermination des équivalents de référence. — L'administration française utilise, pour l'étude des qualités de transmission des postes et des lignes téléphoniques, un système étalon de travail (S. É. T. A. C.) conforme à la description donnée par le livre jaune du C.C.I. (*Compte rendu de l'assemblée plénière du C.C.I.*, Bruxelles 1930, p. 73).

Les équivalents de référence du système émetteur et du système récepteur du S.É.T.A.C. de l'administration française (ce système émetteur et ce système récepteur comportent des lignes de résistance égale à 300 ohms) ont les valeurs suivantes [1] :

Equivalent de référence du système émetteur.....	$+ 0^{N},75$,
Equivalent de référence du système récepteur.....	$0^{N},0$.

Les postes téléphoniques d'abonné utilisés sur les réseaux de l'administration française sont soumis à des essais de réception destinés notamment à vérifier leur efficacité ; pour les postes à batterie centrale, par exemple, on exige que le poste essayé, substitué au poste étalon émetteur (ou récepteur) du S.É.T.A.C., n'accroisse pas de plus de $0^{N},30$ l'équivalent du système émetteur (ou récepteur) du S.É.T.A.C.

Les conditions d'emploi des postes téléphoniques d'abonnés diffèrent des conditions des essais de réception, en particulier, en ce qui concerne la valeur de la tension de la batterie centrale, la nature des organes constituant le pont d'alimentation et les caractéristiques des lignes d'abonnés. L'administration française a mesuré, par rapport au système émetteur (ou récepteur) du S.É.T.A.C., l'*équivalent relatif* du système émetteur (ou récepteur) constitué par un poste du type administratif (supposé reçu sans tolérance), par une ligne d'abonné de nature et de longueur variables et par les organes de bureau corres-

1. Les microphones étalons solid-back et les récepteurs étalons Bell entrant dans la constitution de ce S.É.T.A.C. sont du même type que les microphones et les récepteurs utilisés par le service de téléphonométrie de l'office britannique ; les microphones et les récepteurs étalons du service de téléphonométrie français sont périodiquement comparés aux microphones et aux récepteurs étalons du service de téléphonométrie britannique, de sorte que les deux administrations ont, en somme, à l'heure actuelle, le même S.É.T.A.C.

pondant aux différents types de bureaux centraux. Pour une ligne d'abonné de nature et de longueur donnée et pour un bureau central de type donné, on obtient l'*équivalent de référence* du système émetteur (ou récepteur) ayant la constitution indiquée ci-dessus, en ajoutant à l'équivalent relatif de ce système les nombres indiqués plus haut, à savoir : $+0^{N},75$ à l'émission et $+0^{N},0$ à la réception. En outre, si l'on veut se placer dans les conditions extrêmes les plus défavorables, il convient d'ajouter à chacun de ces totaux la tolérance consentie aux essais de réception, soit, par exemple, pour les postes à batterie centrale, $0^{N},30$.

Les équivalents de référence du système émetteur ou récepteur constitué par le poste de l'abonné et par la ligne qui le relie à son bureau d'attache ont été déterminés par des essais téléphonométriques effectués « à la voix ». Pour en déduire l'équivalent du système émetteur ou récepteur national, il faut tenir compte, en outre, de l'affaiblissement des lignes qui relient le bureau d'attache de l'abonné au centre de distribution et aussi des pertes dues aux différents bureaux interposés. Pour ne pas compliquer cette détermination, qui ne peut avoir qu'un caractère approximatif, les services de l'administration française ajoutent simplement, à l'équivalent de référence du système constitué par le poste de l'abonné et par la ligne qui le relie à son bureau d'attache, les affaiblissements et les pertes mentionnés ci-dessus, mesurés à la fréquence de 800 p : s.

III. Exemples typiques de décomposition des équivalents du système émetteur (ou récepteur) national.

— Premier exemple : abonné de Paris. — A. *Emission.*

Perte dans le bureau interurbain :	+ 0,20 néper
Affaiblissement maximum de la ligne auxiliaire reliant le bureau interurbain au bureau urbain :	+ 0,35 —
Perte dans le bureau urbain (perte due aux câblages) :	+ 0,10 —
Equivalent *relatif*, à l'émission, du système constitué par un poste du type administratif à batterie centrale, par une ligne d'abonné de 3^{km} en câbles à conducteurs de diamètre égal à $0^{mm},6$ et par les organes de bureau (groupe intermédiaire des bureaux de Paris) :	— 0,25 —
Equivalent de référence du système émetteur du système étalon de travail de l'administration française :	+ 0,75 —
Tolérance de réception du poste :	+ 0,30 —
Equivalent de référence maximum du système émetteur national :	+ 1,45 néper

B. *Réception.*

Perte dans le bureau interurbain :	+ 0,20 néper
Affaiblissement maximum de la ligne auxiliaire reliant le bureau interurbain au bureau urbain :	+ 0,35 —
Perte dans le bureau urbain (perte due aux câblages) :	+ 0,10 —
Equivalent *relatif*, à la réception, du système constitué par un poste du type administratif à batterie centrale, par une ligne d'abonné de 3^{km} en câbles à conducteurs de diamètre égal à $0^{mm},6$ et par les organes de bureau (groupe intermédiaire des bureaux de Paris) :	— 0,05 —
Equivalent de référence du système récepteur du système étalon de travail de l'administration française :	+ 0,00 —
Tolérance de réception du poste :	+ 0,30 —
Equivalence de référence maximum du système récepteur national :	+ 0,90 néper

DEUXIÈME EXEMPLE : ABONNÉ D'UNE LOCALITÉ RURALE (L'abonné est pourvu d'un poste à batterie locale). — A. *Emission.*

Equivalent total maximum, correspondant 1° à l'affaiblissement des jonctions reliant les bornes d'entrée du transformateur du circuit interurbain (dans le centre de distribution) aux bornes du poste de l'abonné ; 2° aux pertes dans les bureaux interposés (centre de distribution, centre manuel, bureaux centraux automatiques ruraux) :	+ 1,00 néper
Equivalent relatif à l'émission du système constitué par un poste du type administratif à batterie locale (admis avec la tolérance maximum et alimenté avec des piles sur le point d'être rebutées) et par une ligne nulle (1) :	— 0,05 —
Equivalent de référence du système émetteur du système étalon de travail :	+ 0,75 —
Equivalent de référence maximum du système émetteur national :	+ 1,70 néper

B. *Réception.*

Equivalent total maximum, correspondant 1° à l'affaiblissement des jonctions reliant les bornes d'entrée du transformateur du circuit interurbain (dans le centre de distribution) aux bornes du poste de l'abonné ; 2° aux pertes dans les loreaux interposés (centre de distribution, centre manuel, bureaux centraux automatiques ruraux) :	+ 1,00 néper
Equivalent *relatif*, à la réception, du système constitué par un poste du type administratif à baterie locale (admis avec la tolérance maximum) et par une ligne nulle :	+ 0,15 —
Equivalent de référence du système récepteur du système étaton du travail :	+ 0,00 —
Equivalent de référence maxmumi du système récepteur national :	+ 1,15 néper

1. Dans le cas des postes à combiné du modèle actuellement réglementaire, la limite indiquée n'est respectée avec sécurité que moyennant une modification de construction, dont une étude en cours doit fixer les détails de réalisation.

Remarque. — Dans certains cas (dont le nombre ne dépasse pas 10 % de tous les cas possibles), les équivalents indiqués ci-dessus sont légèrement dépassés : l'affaiblissement de la liaison comprise entre le poste de l'abonné et le centre de distribution dépasse $1^{N},00$, sans être toutefois supérieur à $1^{N},15$. Les limites maxima des équivalents du système national émetteur et récepteur deviennent respectivement, dans ces cas exceptionnels, $1^{N},85$ et $1^{N},30$. Voici un autre exemple de cas défavorable, où les limites maxima tolérables risquent d'être atteintes pour une fraction peu importante des abonnés intéressés.

TROISIÈME EXEMPLE : ABONNÉ D'UN SATELLITE (abonné de Roncq, satellite automatique du bureau automatique de Tourcoing, desservi par le bureau central interurbain de Lille, qui est centre de distribution : l'abonné est pourvu d'un poste à batterie centrale alimenté par le bureau de Roncq). — A. *Emission.*

Perte dans le bureau interurbain de Lille :	+ 0,15 néper
Affaiblissement de la ligne Lille-Tourcoing :	+ 0,40 —
Perte dans le bureau de Tourcoing :	+ 0,10 —
Affaiblissement de la ligne Tourcoing—Roncq :	+ 0,45 —
Equivalent *relatif*, à l'émission, du système constitué par un poste du type administratif à batterie centrale, par une ligne d'abonné de 2^{km} en câbles à conducteurs de diamètre égal à $0^{mm},6$ et par les organes du bureau de Roncq :	— 0,15 —
Equivalent de référence du système émetteur du système étalon de travail :	+ 0,75 —
Tolérance de réception du poste :	+ 0,30 —
Equivalent de référence maximum du système émetteur national :	+ 2,00 néper

B. *Réception.*

Perte dans le bureau interurbain de Lille :	+ 0,15 néper
Affaiblissement de la ligne Lille—Tourcoing :	+ 0,40 —
Perte dans le bureau de Tourcoing :	+ 0,10 —
Affaiblissement de la ligne Tourcoing—Roncq :	+ 0,45 —
Equivalent *relatif* à la réception, du système constitué par un poste administratif à batterie centrale, par une ligne d'abonné de 2^{km} en câble à conducteurs de diamètre égal à $0^{mm},6$ et par les organes du bureau de Roncq :	— 0,15 —
Equivalent de référence du système récepteur du système étalon de travail :	+ 0,00 —
Tolérance de réception du poste :	+ 0,30 —
Equivalent de référence maximum du système récepteur national :	+ 1,25 néper

IV. Conclusion. — Les exemples qui précèdent montrent que, dans le calcul de l'équivalent de référence du système émetteur et du système récepteur national, on tient compte non seulement des qualités des lignes, mais aussi des qualités des postes téléphoniques: en substituant aux avis anciens, qui visaient seulement l'affaiblissement des lignes, un avis nouveau fixant les limites de l'équivalent de référence du système émetteur et du système récepteur national, le C.C.I. a souligné la nécessité qui s'impose aux administrations téléphoniques de doter leurs abonnés de postes efficaces et bien entretenus.

INFORMATIONS.

Un nouveau câble téléphonique entre Key West et la Havane pour exploitation au moyen de courants porteurs. — Au cours de l'assemblée générale d'hiver de l'American institute of electrical engineers, le 25 janvier 1932, MM. Affel, de l'A.T.T.C°, Gordon et Chesnut, des Bell telephone laboratories, ont communiqué quelques renseignements au sujet d'un câble téléphonique nouveau, mis en service en janvier 1931 entre Key West et la Havane.

Ce câble a une longueur de 108,6 milles marins. Alors que les trois câbles établis antérieurement entre les mêmes postes extrêmes étaient des câbles chargés suivant la méthode de Krarup, le nouveau câble est dépourvu de toute charge inductive. L'âme comporte un fil central de cuivre, autour duquel sont enroulées des bandes de cuivre. Le poids de l'âme est d'environ 229 kilos par mille marin. Le diamètre de l'ensemble est de $4^{mm},24$. Le diélectrique du câble est de paragutta (composé de caoutchouc privé de sa protéine, de balata privée de sa résine, et de cire). Ce produit, mis au point dans les laboratoires Bell, présente, aux très hautes fréquences (22.000 p : s), une constante diélectrique dont la valeur n'est environ que les cinq sixièmes de celle des meilleures gutta percha utilisées pour la fabrication des câbles sous-marins. En outre, pour ces fréquences, elle présente une constante de perditance (rapport de la perditance à la capacité) dix-sept fois environ plus petite que celle de la gutta percha ordinaire. Les auteurs estiment qu'un câble classique ayant même constante de temps que le câble à la paragutta devrait peser 45 % de plus et coûter 65 % plus cher. Le poids du dialectique du câble décrit est d'environ 307 kilos par mille marin. Le câble comporte un conducteur central d'aller, et, pour le retour des courants, un conducteur cylindrique de cuivre entourant le diélectrique. Son poids par mille marin est de

382 kilos. Le câble de grand fond, muni de son armature complète, pèse environ 4 tonnes par mille marin.

La plus grande profondeur de pose de ce câble est d'environ 1950 mètres.

L'impédance du câble ainsi constitué varie très régulièrement en fonction de la fréquence. Son affaiblissement croît presque linéairement depuis 25 décibels ($2^N,9$) pour la fréquence de 2000 p : s jusqu'à 100 décibels ($11^N,5$) pour la fréquence de 45.000 p : s. En fait, la plus haute fréquence utilisée pour la transmission est de 28.000 p : s ; l'affaiblissement du câble pour cette fréquence est de 80 décibels ($9^N,3$).

Ce câble est exploité au moyen de courants porteurs. Six voies téléphoniques dirigées ont été aménagées : trois pour la transmission dans un sens et trois pour la transmission dans l'autre sens. La largeur de bande transmise est, pour chaque voie, d'environ 2.400 p : s. Les fréquences médianes des voies porteuses sont approximativement 7800, 11800 et 14800 pour les transmission dans un sens, et 19100, 22800 et 27000 pour les transmissionss dans l'autre sens. Les installations utilisées comprennent, dans la mesure du possible, des parties de l'équipement des installations ordinaires de téléphonie par courants porteurs sur lignes aériennes. L'équipement additionnel comporte principalement des dispositifs d'adaptation d'impédance, des amplificateurs généraux et quelques filtres destinés à éliminer des bruits parasites d'origine locale. Le câble peut, en outre, être utilisé au télégraphe dans les conditions habituelles.

Statistique des accidents de personnes survenus pendant l'année 1929 dans les distributions d'énergie électrique. — Le ministère des Travaux publics fait établir chaque année, par les ingénieurs en chef du contrôle des distributions d'énergie électrique, des états statistiques donnant la nomenclature des accidents de personnes survenus dans les distributions d'énergie électrique exploités en vertu de permissions de voirie ou de concessions.

Le dépouillement des états relatifs à l'année 1929 conduit au tableau récapitulatif que voici :

CLASSEMENT.		NOMBRE DE VICTIMES — appartenant au personnel de l'entreprise. Tués.	appartenant au personnel de l'entreprise. Blessés.	étrangères au personnel de l'entreprise. Tués.	étrangères au personnel de l'entreprise. Blessés.	Total. Tués.	Total. Blessés.	RÉPARTITION des accidents selon le lieu où ils se sont produits. Sur la voie publique.	Dans les postes de transformation.	En dehors de la voie publique et des postes de transformation.	RÉPARTITION des accidents selon leur cause présumée. Chute des conducteurs.	Escalade de supports.	Remise intempestive du courant sur la ligne.	Envahissement des conducteurs secondaires par le courant primaire.	Contact avec des conducteurs ou appareils sous tension — primaire.	Contact avec des conducteurs ou appareils sous tension — secondaire.	Contact avec des pièces qui normalement ne devaient pas être sous tension.	Coups de foudre.	Autres causes d'origine électrique.	Accidents non causés par les courants électriques.
Distributions de 1re catégorie.	A. Courant continu; $T \leq 600^V$	3	3	7		10	3	3	1	4	1				1	4			1	1
	B_1. Courant alternatif; $T \leq 150^V$	3	2	18		21	2	7		14	2	1		2	2	3	1	7		3
	B_2. Courant alternatif; $50^V < T \leq 250^V$	11	1	10	4	21	3	7	1	16	2				4	10	3	3		2
Distributions de 2e catégorie.	Courant continu; $600^V < T < 60\,000^V$	5	4	4	4	9	5	4	2	8			2	7	4	1				
	Courant alternatif; $250^V < T < 33\,000^V$	40	16	49	18	89	34	53	34	29	8	24	4		49	11	6	2	5	7
Distributions de 3e catégorie.	Courant continu; $T \geq 60\,000^V$ / Courant alternatif; $T \geq 33\,000^V$	9	3	9	5	18	8	7	7	7	1	5			11	1	1		1	1
	Totaux	71	29	97	28	168	57	81	45	78	14	30	6	9	71	30	11	12	7	14
		100		125		225		204			204									
		225																		

D'après les états, les 204 accidents se sont produits dans 70 départements ; dans les 20 autres, rien n'a été constaté.

Si l'on compare ces relevés à ceux des cinq années précédentes, on trouve :

ANNÉES.	ACCIDENTS.	DÉPARTEMENTS.	VICTIMES.	TUÉS.
1924	144	62	152	104
1925	144	63	157	117
1926	159	61	167	113
1927	162	50	177	118
1928	210	80	240	153
1929	204	70	225	168

Rapporté à la longueur totale des lignes de transport et de distribution, le nombre des accidents survenus depuis 1926 est donné par le tableau suivant :

ANNÉES.	LONGUEUR TOTALE des lignes (en km).	NOMBRE D'ACCIDENTS par km.
1926	163	1
1927	198	0,8
1928	238	0,8
1929	273	0,7

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

716.791. Transmetteur pour télé-imprimeurs et appareils similaires (Siemens et Halske, Allemagne).

716.973. Système de communication télégraphique automatique (International communications laboratories, Etats-Unis).

717.361. Perfectionnements aux systèmes télégraphiques (Le Matériel téléphonique, France).

717.377. Installation d'échange de télégrammes imprimés (International communications laboratories, Etats-Unis).

717.499. Perfectionnements aux procédés et appareils de transmission et réception d'ordres (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

717.615. Disposition de couplage pour installations télégraphiques à postes auxiliaires (Siemens et Halske, Allemagne).

718.513. Dispositif de contrôle pour installations télégraphiques (Siemens et Halske, Allemagne).

Téléphonie.

716.918. Perfectionnement aux dispositifs électriques de signalisation (Société industrielle des téléphones, France).

717.248. Isolants pour câbles télégraphiques et téléphoniques (Siemens-Schuckertwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

717.380. Boîte de raccordement des conducteurs aéro-souterrains de lignes téléphoniques (H.-A. Barbier, France).

717.399. Dispositifs commutateurs pour lignes de transmission à hautes fréquences (Le Matériel téléphonique, France).

717.423 et 717424. Disposition de couplage pour installations téléphoniques avec service par sélecteurs et plusieurs bureaux intermédiaires montés en série (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

717.470. Dispositif de protection pour appareils téléphoniques (Société des téléphones Ericsson, France).

717.505. Système téléphonique pour ligne partagée avec dispositif de verrouillage ou de secret (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

717.570. Procédé de localisation d'un défaut dans les câbles télé-

phoniques à isolement d'air (Felten et Guilleaume Carlswerk, Aktiengesellschaft, Allemagne).

717.621. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

717.671. Systèmes téléphoniques (Associated telephone and telegraph company, Etats-Unis).

717.701. Téléphone automatique à appel simplifié (I. Makhonine, France).

717.747. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques semi-automatiques (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

717.778. Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation à haute fréquence (Le Matériel téléphonique, France).

717.835. Dispositif de montage des lignes de jonction dans les installations téléphoniques fonctionnant par sélecteurs (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

717.840. Perfectionnements aux installations téléphoniques (Telefonaktiebolaget L.M. Ericsson, Suède).

718.324. Appareil téléphonique à main avec commutateur des numéros (Siemens et Halske, Allemagne).

718.369. Perfectionnements aux circuits de transmission actionnés par la voix (Electrical research products, Etats-Unis).

718.374. Câble téléphonique à faibles bruits secondaires (Felten et Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Allemagne).

718.760. Installations et appareils pour recueillir et amplifier les courants modulés microphoniques ou phonographiques (M.-E. Pifre, France).

39.613. Poste de renforcement ou d'amplification pour câbles à signaux de haute mer (Felten et Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Allemagne) (2e addition au brevet n° 707.435).

Transmission des images.

716.916. Dispositif permettant de synchroniser le mouvement d'un récepteur avec celui d'un émetteur d'images (N.-V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

718.330. Appareil combiné, émetteur et récepteur d'images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

BIBLIOGRAPHIE.

Les marques postales militaires du Maroc (1907-1931), par Gaston Tournier. Amiens, Yvert et Cie, 1931. 1 vol. in-8° de xviii + 206 pages, avec nombreuses figures. — Prix : 12 francs.

Les lecteurs des *Annales* viennent d'avoir l'occasion d'apprécier la richesse de la documentation que met en œuvre M. Gaston Tournier dans ses études sur les marques postales. Dans un sujet aussi complexe que *Les marques postales militaires du Maroc*, il est parvenu à introduire une clarté qui en rend l'étude possible. L'ouvrage comme tous ceux du même auteur, est abondamment illustré. M. C.

La société des nations et les bureaux internationaux des unions universelles postale et télégraphique, par Henri Boisson, docteur en droit. Paris, A. Pedone, 1932. 1 vol. in-8° de xiii + 136 pages. — Prix : 30 francs.

Le titre ci-dessus est le sujet de la thèse qu'a soutenue devant la faculté de droit de Paris, le 1er mars 1932, en vue de l'obtention du grade de docteur en droit, M. Henri Boisson, actuellement rédacteur principal à l'administration centrale des Postes et Télégraphes.

Aux termes de l'article 24, alinéa 1, du pacte de la Société des nations « tous les bureaux internationaux antérieurement établis par traités collectifs seront, sous réserve de l'assentiment des parties, placés sous l'autorité de la Société. Tous les autres bureaux internationaux et toutes les commissions pour le règlement des affaires d'intérêt international qui seront créés ultérieurement seront placés sous l'autorité de la Société ». Au nombre des principales unions répondant à des fins économiques et dont les bureaux semblent devoir entrer dans la catégorie visée par l'article 24, figurent l'Union postale et l'Union télégraphique, créées respectivement en 1874 et en 1865,

et dotées chacune d'un bureau international siégeant à Berne.

L'auteur de la thèse que nous examinons sommairement ici étudie les buts, le fonctionnement et les moyens d'action des parties en cause, soit : d'une part, l'Union postale et l'Union télégraphique, leurs bureaux internationaux et leurs autres organes (quatre premiers chapitres de l'ouvrage) ; d'autre part, la Société des nations et l'organisation des communications et du transit (ce dernier organisme étant le seul des organismes techniques de la S.D.N. ayant une constitution écrite), avec un exposé des dispositions ci-dessus indiquées de l'article 24 et des difficultés rencontrées pour l'application, jusqu'ici peu efficace, de celles-ci. Il montre ensuite l'intérêt que présenterait une collaboration directe ou indirecte, mais effective, entre la S.D.N. et ces unions, ou entre leurs divers organes ; puis il énumère les tentatives encore vaines de la société et des groupements en émanant pour réaliser cette collaboration en dehors du texte en question du pacte, et il passe en revue les causes de l'échec de ces tentatives : désir de la Suisse de conserver sa haute autorité et sa surveillance sur les bureaux internationaux siégeant sur son territoire et surtout la liberté et l'indépendance absolues de l'organisation intérieure de ces organes ; opposition des adversaires irréductibles de la S.D.N. ; opposition des adversaires de toute augmentation du nombre des organes de la S.D.N. ; crainte d'opposition de pays adhérents aux unions intéressées et ne faisant pas partie de la S.D.N. (Etats-Unis, Egypte, Turquie, U.R.S.S., etc...) ; opposition provoquée par la crainte que la mise en vigueur des prescriptions de l'article 24 porte tort aux unions intéressées, en cas de conflits politiques ou économiques auxquels pourrait se trouver mêlée la S.D.N., ce dernier motif d'opposition paraissant être le plus difficile à réfuter.

Après avoir examiné tous les aspects de ce problème complexe du rattachement à la S.D.N. des organismes internationaux en général et des Unions postale et télégraphique en particulier et avoir montré l'opposition de ces deux dernières unions à la réalisation de cette mesure, comme aussi la timidité dont semblent faire preuve, à ce sujet, les demandes de mise en application émanant de la S.D.N. elle-même, l'auteur expose les raisons pour lesquelles doivent être écartées deux des solutions qui viennent immédiatement à l'esprit, à savoir : soit

l'application effective des prescriptions de l'article 24, soit le maintien du *statu quo*, et il suggère une solution qui « consiste essentiellement à décider qu'il ne convient plus d'envisager le passage de ces unions, ou de leurs bureaux, sous l'autorité de la Société des nations, au moins actuellement, mais de reconnaître à celle-ci la qualité de membre spécial desdites unions, jusqu'ici simples réunions d'intérêts purement nationaux, et auprès desquelles la S.D.N. représenterait désormais les intérêts spécifiquement internationaux ».

M. Boisson expose les avantages que paraît devoir comporter cette solution ingénieuse : 1° Détermination et défense, en toute circonstance utile, du point de vue international ; 2° Maintien de l'indépendance des unions ; 3° Sort des unions restant indépendant de celui de la S.D.N. ; 4° Réalisation de la mesure sans dépense supplémentaire ; 5° Extension possible de ladite solution aux unions internationales administratives qui, comme l'Union postale et l'Union télégraphique, ne sont pas placées sous l'autorité de la S.D.N. et dont les objets concernent du reste les services interétatiques les plus nombreux et surtout les plus importants (transports ferroviaires ; propriété commerciale, industrielle et littéraire ; poids et mesures, etc...), et il conclut son ouvrage par une révision rapide de ce qu'est et de ce que pourrait être la Société des nations, tableau d'ensemble brossé en quelques traits rapides, mais exprimant l'essence même d'un problème brûlant, très controversé, à la solution duquel, tout au moins sous le rapport économique, l'auteur apporte son adhésion morale, fervente d'une foi lyrique et raisonnée. Mais pourquoi ne pas reproduire textuellement sa dernière phrase ? : « En réalité, si l'on considère impartialement et objectivement la S.D.N., en tenant compte de son origine, rendue quelque peu incohérente par l'opposition des pensées latine et anglo-saxonne, on constate que cette institution n'a pas, en effet, toute l'importance générale que d'aucuns lui attribuent, mais que, en retour, elle possède une valeur certaine dans un grand nombre de branches de l'activité internationale, politique, économique, sociale, où elle a déjà fait ses preuves, et que, dans l'intérêt de la vie mondiale, il convient d'utiliser, le cas échéant, cette valeur et de ne pas la laisser systématiquement à l'écart. »

C'est dans ce dessein que M. Boisson a écrit sa thèse de droit

et, si parmi les buts précis qu'il s'était fixés nous ne voulons, faisant abstraction du côté purement juridique de la question, que retenir la partie documentaire, se rapportant plus directement au domaine des communications postales et électriques et à des renseignements généraux sur la S.D.N., nous pouvons affirmer que cet ouvrage, d'un caractère si spécial, intéressera profondément et instruira tous ceux qui le liront, même ceux qui ne se sentent pas particulièrement attirés vers l'étude d'une matière aussi aride que le droit international. C'est notre cas, et si le titre du sujet a eu dès l'abord pour effet de faire naître en notre esprit une vague appréhension intellectuelle, nos craintes se sont vite dissipées dès la lecture des premières pages et nous avons poursuivi cette lecture jusqu'au bout avec un intérêt toujours croissant. Nous souhaitons le même régal aux lecteurs de nos *Annales* et en particulier aux fonctionnaires des Postes et Télégraphes de tous les pays qui pourront se procurer ce très intéressant ouvrage, lequel (disons-le pour finir, et aussi pour nous permettre d'en tirer quelque orgueil collectif) porte en épigraphe cette opinion du célèbre jurisconsulte L. Renault : « Les administrateurs des postes et télégraphes qui ont créé l'Union postale et l'Union télégraphique, et dont les noms sont ignorés du public, ont fait plus pour la civilisation et l'entente entre les peuples que bien des diplomates célèbres ».

F. D.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 2-5-32.

L'ÉNIGME TÉLÉGRAPHIQUE DE L'AN X DE LA RÉPUBLIQUE,

par G. TONGAS,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes en retraite.

Lorsque Lakanal, en 1793, proposa à la Convention d'adopter le télégraphe aérien des frères Chappe, aucun des systèmes électriques déjà imaginés ne paraissait capable de satisfaire aux impérieuses nécessités du moment. Il faut, en effet, attendre que les travaux d'Œrstedt, d'Ampère, d'Arago (1819-1822) viennent compléter la découverte de Volta (1800) pour voir se réaliser les premiers dispositifs utilisables de télégraphie électrique, par signaux conventionnels. Enfin c'est seulement aux environs de 1836 que l'on s'accorde à fixer l'apparition des premiers appareils à cadran alphabétique, dont le principal type, en France, fut le « cadran » Bréguet (1844).

Dès lors, on comprend l'étonnement que provoqua, vers 1859, dans les milieux télégraphistes, la découverte, parmi de vieilles archives considérées comme parfaitement authentiques, d'un dossier de quelques pièces concernant un « télégraphe » à transmission alphabétique que son inventeur avait proposé, en l'an X de la République [1], au gouvernement du premier consul. Ce dossier ne donnait d'ailleurs, sur ce télégraphe, que deux indications précises : il utilisait à chaque poste un cadran à aiguille mobile ; il avait été expérimenté, avec plein succès, en présence d'autorités officielles, entre deux salles éloignées d'une même maison.

L'auteur de la découverte de ces pièces d'archives, Edouard Gerspach, parvint ultérieurement à les compléter par quelques renseignements sur la personnalité de l'inventeur, mais il ne

1. 22 septembre 1801—21 septembre 1802.

put rien apprendre de plus sur l'appareil lui-même. Dans le compte-rendu qu'il fit en 1859 (1), il s'est borné à signaler tout particulièrement les « frappantes analogies de ce système avec les appareils à cadrans de la télégraphie électrique », mais il n'est pas douteux qu'il s'agissait, pour lui, d'un appareil électrique utilisant une action électro-magnétique.

Bien que l'authenticité des documents reproduits ci-dessous paraisse irréfutable, il serait désirable, pour en renforcer encore l'autorité, qu'un nouvel examen critique de la question permît de donner, du fonctionnement de l'appareil, une explication acceptable. On pourrait alors compléter un point d'histoire et, en toute équité, rendre justice, s'ii y avait lieu, à un précurseur méconnu.

***

Au début de l'an X de la République, Jean Alexandre, citoyen français, habitant Poitiers, qui se qualifiait lui-même, tantôt d'« artiste mécanicien », tantôt d' « artiste physicien », annonça qu'il avait imaginé un télégraphe avec lequel il pouvait transmettre, à toute distance, aussi bien de jour que de nuit, avec une vitesse prodigieuse, non pas seulement, comme Chappe, un nombre restreint de signaux, mais les lettres mêmes des messages qui lui seraient confiés. Il montrait assez volontiers les deux cadrans de son appareil, mais gardait un secret absolu sur les moyens qui les actionnaient.

Alexandre était un homme honnête, simple, modeste et, de son propre aveu, sans connaissances théoriques. Après avoir joué, pendant quelques années, un certain rôle politique, il avait été successivement nommé à d'importantes fonctions administratives : commissaire général des guerres à Poitiers, ordonnateur de la division militaire de Lyon, agent supérieur de l'armée de l'ouest à Angers. Rentré à Poitiers, où il jouissait de la considération générale, il avait repris ses travaux et imaginé son télégraphe, auquel il donnait le nom de *télégraphe intime*.

---

1. *Annales télégraphiques*, 1859.

Il avait sollicité de Chaptal (1), alors ministre de l'Intérieur, une subvention qui lui permît de venir à Paris présenter son télégraphe au gouvernement. Le ministre ayant demandé l'envoi préalable de renseignements détaillés, Alexandre, désireux par dessus tout de conserver son secret, n'insista pas ; mais il s'adressa à Cochon, préfet de la Vienne, et obtint de lui l'autorisation de faire, en sa présence, une démonstration de son système ; elle eut lieu le 13 brumaire an X, au domicile d'Alexandre, devant le préfet, le maire et l'ingénieur en chef du département ; le succès fut complet, ainsi qu'il résulte du rapport suivant du préfet au ministre :

Nous avons été conduits dans une salle du rez-de-chaussée, au milieu de laquelle nous avons trouvé une boîte d'à peu-près 1 mètre 1/2 de hauteur et d'environ 30 centimètres de large sur chaque face. Cette boîte est surmontée d'un cadran autour duquel sont tracées toutes les lettres de l'alphabet ; une aiguille très-mobile en tous sens parcourt le cercle, au gré d'un agent éloigné et qu'on ne voît pas, sur celles de ces lettres dont il a besoin pour former les mots qui doivent composer la phrase qu'il veut communiquer.

Ce cadran est semblable à celui que tout Paris a jadis été voir chez le célèbre Comus (2). La formation complète de chaque mot et de chaque phrase est indiquée par une nouvelle révolution de l'aiguille, qui vient toujours se poser sur un des points de repos déterminé, où elle s'arrête avant de recommencer ; au moyen de cette suspension, on peut facilement ponctuer, et par conséquent déterminer le sens.

La communication s'établit de suite entre l'agent et nous, et elle eut tout le succès que nous pouvions désirer. Le cadran répéta avec exactitude les phrases que nous avions demandées ; l'agent en ajouta quelques-unes de lui, que nous recueillîmes sans peine. La réussite de cette première opération est bien constatée ; la machine, sous ce rapport, nous a paru mériter des éloges, soit qu'on ne la regarde que comme une copie exacte de la première, soit qu'elle en diffère par la nature des éléments employés par le second auteur.

---

1. Chaptal, chimiste (1756-1832), appartient, comme Berthollet, Fourcroy, Leblanc, Vauquelin, au groupe des grands chimistes de cette époque dont les travaux ont efficacement contribué, en 1793, à la défense nationale en donnant les moyens de fabriquer en France des produits de première nécessité que ne fournissait plus l'étranger.

2. Ledru (1731-1807) mathématicien et physicien français, inventeur de nombreux appareils, notamment de boussoles pour la marine, était bien connu des Parisiens, sous le nom de Comus, par l'application qu'il faisait de l'électricité au traitement des maladies nerveuses.

Comus ne doit pas être confondu avec son contemporain Mesmer (1733-1815), médecin allemand, inventeur de la doctrine du « magnétisme animal », ou mesmérisme, qui abusa pendant plusieurs années de la crédulité publique. Une commission mixte des académies de médecine et des sciences, chargée d'étudier la valeur du mesmérisme en fit rapidement justice.

Par une coïncidence curieuse, le célèbre physicien Franklin se trouvait à Paris de 1776 à 1785, comme représentant du Congrès des colonies anglaises d'Amérique ; il y était en relation avec tous les savants de France et d'Europe. Il fit partie, avec Ledru, de la commission d'étude du mesmérisme.

Ayant désiré connaître la distance qui sépare les deux boîtes de correspondance, elle a été trouvée d'environ 15 mètres ; l'auteur nous a observé qu'il a été obligé de se borner à cette médiocre distance, parce que la maison n'avait pas plus d'étendue et que ses moyens ne lui permettaient pas d'en sortir.

Je lui ai demandé si, d'après cet exposé, il pouvait affirmer la même réussite sur un espace plus étendu, comme 300 à 400 mètres ; il n'a pas balancé à l'assurer ; il a même offert d'en donner la preuve, pourvu qu'on se chargeât de la dépense, qui, dans l'aperçu, ne lui paraît pas devoir être très considérable.

Nous avions remarqué que la seconde boîte, au lieu d'être posée à l'extrémité de la distance horizontale des 15 mètres reconnus, avait été montée à l'étage au dessus et placée perpendiculairement sur le dernier point de cette longueur. Interrogé par nous pourquoi il avait abandonné le premier plan, il a répondu que c'était pour prouver que la différence des plans n'empêchait pas le jeu et que les « conducteurs » pouvaient dans tous les cas s'élever ou descendre, et ramper pour ainsi dire en suivant la courbure d'un globe.

Voilà, citoyen ministre, tout ce qu'il a été possible de voir. L'inspection ne nous a rien appris qui puisse faire préjuger les moyens. L'auteur, cependant, a été interrogé avec discrétion sur quelques objets qui peuvent y avoir trait ; voici ce que nous avons entendu.

Il est convenu qu'il tire son usage d'un fluide quelconque soit *électrique, soit magnétique*, mais sans rien exprimer qui présente le caractère d'un aveu ; il a cependant ajouté qu'il avait été contrarié dans le cours de ses opérations par le concours d'une matière étrangère dont il n'avait, jusqu'alors, eu ni connaissance, ni aperçu ; il paraît presque tenté de croire que cette matière ou cette puissance est généralement répandue et forme en quelque sorte l'âme de l'univers. Il a ajouté qu'il avait déjà trouvé le moyen d'utiliser ses effets, de manière à les faire servir à la réussite de la machine.

Il nous a, en conséquence, assuré qu'il était certain de les prolonger avec la célérité de l'éclair et de les porter aussi loin qu'il sera nécessaire de le faire.

En terminant, le préfet recommandait à toute l'attention du ministre cette invention géniale et proposait qu'Alexandre fût appelé à Paris, aux frais de l'Etat, avec ses appareils.

Chaptal fut bien loin de partager l'enthousiasme du préfet, et c'est par la lettre suivante, adressée au citoyen Juglar, représentant d'Alexandre à Paris, qu'il répondit à sa proposition :

Paris, le 27 pluviôse
an X de la République française, une et indivisible.

Le ministre de l'Intérieur au citoyen Juglar,
rue de l'université, n° 385, à Paris.

Il m'a été rendu compte, citoyen, des expériences faites avec le modèle d'une nouvelle machine télégraphique, de l'invention du citoyen Alexandre, mécanicien, demeurant à Poitiers ; on a également mis sous mes yeux la lettre que le préfet du département de la Vienne m'a écrite à cet égard. Je dois applaudir au zèle et au talent du citoyen Alexandre ; mais, outre que le modèle de sa machine laisse à douter s'il serait possible de l'établir en grand, ce qu'il annonce comme découverte n'est autre chose que l'art très-connu et très-varié d'écrire et de transmettre par signes ou figures. Les télégraphes qu'on a fait exécuter jusqu'à ce jour sont beaucoup plus avantageux et plus simples, en

ce qu'avec moins de signes ils expriment plus de choses. Je ne saurai en conséquence, citoyen, accueillir la demande qui m'a été faite d'appeler le citoyen Alexandre à Paris et d'y faire transporter le modèle de sa machine.

Je vous salue,

CHAPTAL.

Sans se laisser décourager par ce refus catégorique, Alexandre réussit d'abord à faire à Tours une nouvelle expérience, publique cette fois, en présence du général Pommereul, préfet du département d'Indre-et-Loire ; les résultats en furent encore excellents. Puis ses ressources s'étant absorbées dans toutes ses démarches, il passa, le 12 messidor, un acte de Société, pour l'exploitation de sa découverte, avec le citoyen Beauvais, chef de bataillon à Paris ; Beauvais se chargeait de faire toutes les démarches auprès du gouvernement et de fournir les premiers fonds.

Le 25 du même mois, Beauvais sollicitait du premier consul l'autorisation de faire une expérience entre son appartement et celui du consul Cambacérès. Bonaparte n'autorisa pas l'expérience ; il renvoya l'affaire à Delambre, membre de l'Institut, section des sciences, qui lui remit, quelques semaines après, le rapport suivant :

RAPPORT DU CITOYEN DELAMBRE
SUR LE TÉLÉGRAPHE INTIME DU CITOYEN ALEXANDRE,
OFFERT AU PREMIER CONSUL PAR LE CITOYEN BEAUVAIS.

Les pièces que le premier Consul m'a chargé d'examiner ne contenaient pas assez de détail pour motiver un jugement. Rien n'indiquait la demeure du citoyen Beauvais ; je suis pourtant parvenu à me procurer deux conversations avec lui, et ce qu'elles m'ont appris ne me permet encore de donner que des conjectures sur les avantages et les inconvénients du « télégraphe intime ».

Le citoyen Beauvais sait le secret du citoyen Alexandre, mais il a promis de ne le communiquer à personne, si ce n'est au premier Consul. Cette circonstance pourrait me dispenser de tout rapport. Comment juger une machine qu'on n'a point vue et dont on ne connaît point l'agent ?

Tout ce que l'on sait, c'est que ce télégraphe est composé de deux boîtes pareilles, portant chacune un cadran à la circonférence duquel sont marquées les lettres de l'alphabet.

Au moyen d'une manivelle, on conduit l'aiguille du premier cadran sur toutes les lettres dont on a besoin et, au même instant, l'aiguille de la seconde boîte répète dans le même ordre tous les mouvements, toutes les indications de la première.

Quand ces deux boîtes seront placées dans deux appartements séparés, deux personnes pourront s'écrire et se répondre sans se voir et sans être vues, sans que personne puisse se douter de leur correspondance. La nuit ni les brouillards ne peuvent empêcher la transmission d'une dépêche.

Au moyen de ce télégraphe, le gouverneur d'une place bloquée pourrait entretenir une correspondance secrète et continuelle avec une personne placée à quatre ou cinq lieues de là, et même à une distance indéfinie. La communication peut s'établir entre deux boîtes avec la même facilité qu'on poserait un mouvement de sonnette. Rien, après cela, ne serait plus facile qu'une expérience de la machine en présence de commissaires nommés pour en rendre compte.

L'auteur en a fait deux, l'une à Poitiers et l'autre à Tours, en présence des préfets et des maires. Les procès-verbaux attestent qu'elles ont complètement réussi. Aujourd'hui l'auteur et son associé demandent que le premier Consul veuille bien permettre que l'une des boîtes soit placées dans son appartement et la seconde chez le consul Cambacérès, afin de donner à l'expérience tout l'éclat et toute l'authenticité possible ; ou bien que le premier Consul accorde une audience de dix minutes au citoyen Beauvais, qui lui communiquera le secret, qui est si facile, que le simple exposé équivaudrait à une démonstration et tiendrait lieu d'expérience.

On ajoute que l'idée est si naturelle, qu'il est peu à craindre qu'elle soit rencontrée par un savant. On dit pourtant que le citoyen Montgolfier l'a devinée, après quelques heures de réflexion, sur la description qu'on lui en avait faite.

Après cet exposé, qui est le résultat de mes conversations avec le citoyen Beauvais, il suffira d'un petit nombre de réflexions.

Si, comme on serait tenté de le croire d'après la comparaison avec un mouvement de sonnette, le moyen de l'auteur consistait en roues, mouvement et pièces de renvoi, l'invention ne serait pas bien étonnante, et l'on imagine aisément quels inconvénients elle aurait dans la pratique pour les distances de plusieurs lieues.

Si, au contraire, comme paraît le prouver le procès-verbal de Poitiers, le moyen de communication est un fluide, il y aurait plus de mérite à l'avoir su maîtriser, au point de produire, à de telles distances, des effets aussi réguliers et aussi infaillibles. Mais, alors, on peut se demander qui nous garantira ces effets ? ce n'est pas l'expérience de Poitiers ni celle de Tours, dans lesquelles la distance n'était que de quelques mètres. Ce ne serait même pas celle qu'on propose de faire dans les salons du premier et du second Consul. Tant que l'agent restera caché on ne pourra jamais attester que ce qu'on aura vu, et il ne sera nullement permis de conclure de la réussite en petit, ce qui peut arriver à des distances plus considérables. Si l'effet n'est sûr qu'à quelques mètres de distance, la machine, quelque ingénieuse qu'on la suppose, devra être renvoyée aux cabinets de physique amusante.

Si le citoyen Beauvais, qui offre de faire les frais de l'expérience, eût proposé de l'exécuter en présence de commissaires désignés à cet effet, il n'y aurait aucun inconvénient à lui accorder sa demande. Quoiqu'une expérience en petit soit peu concluante, cependant elle pourrait faire entrevoir ce qu'il y aurait à espérer d'une épreuve plus en grand et plus dispendieuse. Mais le citoyen Beauvais, sans refuser expressément des commissaires, désire principalement avoir le premier Consul pour témoin de l'expérience et pour appréciateur de l'invention ; il n'appartient donc qu'au premier Consul de décider si, malgré le peu de probabilité de succès que présente une invention si peu constatée et qui est annoncée comme merveilleuse, il voudra consacrer quelques moments à l'examen de la découverte d'un artiste qu'on dit aussi plein de génie que dépourvu de science et de fortune ; il fait mystère de sa découverte, et j'ai dû la juger avec sévérité et suivant les règles de la vraisemblance. Mais les limites du vraisemblable ne sont pas celles du possible, et il faut que le citoyen Alexandre soit bien sûr de son fait puisqu'il offre d'exposer tout aux yeux du premier Consul. Il est donc à désirer que le premier Consul consente à l'entendre, et qu'il puisse trouver dans la communication qui lui sera faite des motifs pour bien accueillir l'inventeur et récompenser dignement l'auteur.

Paris, 10 fructidor an X.

DELAMBRE.

On ignore la suite qui a pu être donnée à ce rapport. L'opinion défavorable de Chaptal, renforcée par ce fait, assez singulier, que Beauvais s'était montré peu disposé à une expérience contrôlée, l'emporta, sans doute, dans l'esprit du premier consul, sur la dernière suggestion, plus bienveillante, de Delambre.

On peut certes regretter aujourd'hui que la demande d'Alexandre n'ait pas été mieux accueillie par le gouvernement. Mais pouvait-il, alors, en être autrement. Le télégraphe aérien fonctionnait activement depuis plusieurs années ; il donnait satisfaction aux besoins de la télégraphie d'Etat, la seule qui fût envisagée à cette époque ; des lignes importantes, en construction ou projetées, se trouvaient retardées par les difficultés financières ; l'heure n'était plus ni aux recherches, ni aux expériences, mais aux réalisations ; d'ailleurs, il s'agissait d'un système tenu secret par son inventeur et, à supposer qu'il fût « possible de l'établir en grand », il n'en serait pas moins inférieur au système existant, lequel, « avec moins de signes, exprime plus de choses », puisque deux signaux consécutifs lui suffisent pour désigner un mot et souvent un groupe de mots (1).

***

On ne peut essayer d'expliquer, d'une manière acceptable, le fonctionnement du « télégraphe intime » du début de l'an X qu'en se basant et sur l'état des connaissances électriques que l'on croira historiquement possible d'attribuer à l'inventeur au cours de l'an IX et sur le fait que le fonctionnement visible du système a bien été tel que l'indiquent les deux rapports précités, notamment celui du préfet de la Vienne, qui assistait à l'expérience dont il rendait immédiatement compte à son ministre.

Le peu d'empressement qu'à montré Beauvais à faire une expérience devant des commissaires délégués pour en constater les résultats a évidemment frappé Delambre et, dans d'autres circonstances,

---

1. L'un de ces signaux désignait la page, l'autre la ligne d'un vocabulaire secret de plus de 8400 mots ou groupes de mots.

pourrait donner lieu de craindre quelque supercherie. Mais, ici, il est impossible de penser que les expériences de Poitiers et de Tours ne furent que d'habiles mystifications : le nombre et la qualité des observateurs, l'honnêteté reconnue d'Alexandre s'y opposent ; de plus, il eût été particulièrement dangereux pour Beauvais, chef de bataillon à Paris, de vouloir prendre pour dupes, à leur propre résidence officielle, deux membres du gouvernement tels que Bonaparte et Cambacérès. Ce soupçon semble donc à rejeter. Alexandre, et Beauvais par son ordre, se défiaient, sans doute, de commissaires qui, ayant pu pénétrer quelque peu le secret de l'appareil, s'en empareraient au détriment de l'inventeur ; ils s'offraient d'ailleurs à faire connaître ce secret, mais au seul chef du gouvernement.

On ne doit voir, dans les quelques remarques qui suivent, que le désir de provoquer une véritable étude de cette troublante énigme et aussi de susciter la recherche et, s'il est possible, la découverte de quelques nouveaux documents s'y rapportant.

Des suppositions qui permettraient de préciser les éléments essentiels du système d'Alexandre, une seule, la nature de la liaison entre les deux boîtes, ne paraît pas faire de doute.

Delambre indique à ce sujet deux hypothèses ; mais celle d'une liaison purement mécanique est inadmissible. En effet, les autorités qui ont assisté à l'expérience de Poitiers se sont préoccupées de l'emplacement de ces boîtes, de leur distance ; les dispositions très particulières d'une transmission mécanique de 16 mètres, avec changement de niveau, à l'intérieur d'une maison modeste, n'auraient pu leur échapper ; ils en auraient fait mention ; ils n'auraient pas employé, au sujet de cette liaison, le mot « conducteur » qui, depuis longtemps déjà, avait le sens particulier qu'on lui donne en électricité. Enfin c'eût été folie, de la part d'Alexandre, d'affirmer, devant l'ingénieur du département, qu'il était certain de porter des effets de commande mécanique, avec la célérité de l'éclair, aussi loin qu'il serait nécessaire. L'hypothèse d'un « fluide » que l'auteur a su « maîtriser » reste donc seule ; les conducteurs de liaison, dont on ne connaît ni la matière ni la disposition ni le nombre, mais qui sont certainement des fils métalliques posés à la façon des fils de sonnette, mais sur des supports

isolants de verre, conduisent le fluide d'une boîte à l'autre. En un mot il s'agit d'un télégraphe *électrique*.

Comme source d'électricité, l'inventeur avait à choisir entre la machine à frottement, la batterie de bouteilles de Leyde, probablement aussi la pile voltaïque. L'exiguïté des boîtes ($1^m,50 \times 0^m,30 \times 0^m,30$) dans lesquelles tout le secret se trouvait renfermé suffit à écarter la machine électrique à plateau de verre. La batterie de bouteilles de Leyde, que l'on sait décharger par contacts successifs alternés, répondrait à la condition d'encombrement, comme aussi la pile voltaïque. L'emploi de cette dernière ne paraît pas incompatible avec les données historiques. La découverte de ce nouvel et merveilleux appareil électromoteur, annoncée par Volta, le 20 mars 1800, à la Société royale de Londres, eut un énorme retentissement dans le monde entier, notamment en France. Bonaparte, qui venait, quelques mois plus tard, de rétablir la situation des armées de la République en Italie (Marengo, 14 juin 1800), en fut aussitôt informé ; on sait tout l'intérêt qu'il y prit : c'est sur son invitation, que Volta viendra, dix-huit mois après, à Paris, où il sera reçu, en séance solennelle, à l'Institut, et y répétera ses mémorables expériences, le 11 frimaire an X (2 décembre 1801). Après Marengo, Bonaparte partait de Milan le 24 juin 1800 et rentrait à Paris ; à partir du milieu de l'année 1800 tous les physiciens français pouvaient donc connaître la pile voltaïque.

De la marche visible des aiguilles, on peut déduire une intéressante indication. Le rapport de Delambre dit expressément que la seconde aiguille, celle du poste récepteur, répète exactement tous les mouvements de la première, celle que fait tourner la manivelle du poste transmetteur ; il faut donc entendre, sans doute possible, que la première aiguille conduit, ou tout au moins commande la deuxième. Il ne saurait d'ailleurs en être autrement, car deux aiguilles, tournant sans une subordination constante de l'une à l'autre, n'auraient été utilisables qu'à la condition d'être « harmonisées », comme les horloges qu'employa Chappe, en 1790, dans ses essais de télégraphe électrique, quand il imagina de « correspondre par le secours des temps marquant électriquement les mêmes valeurs au moyen de deux horloges harmonisées ». Il

serait absurde d'envisager ici rien qui ressemblât à un synchronisme. Au surplus, les détails que donne Cochon sur la séparation des mots et des phrases confirmeraient, s'il le fallait, que la deuxième aiguille est, pour tous ses mouvements tenue sous la dépendance de la première, et cela par le moyen du fluide venant du poste transmetteur ; ce fluide doit donc se manifester, au poste récepteur, par une action mécaniquement utilisable.

Les manifestations à distance du fluide électrique, que les physiciens de cette époque s'ingéniaient, depuis longtemps, à reproduire et à varier de toutes manières, étaient :

les attractions et répulsions qui expliquaient notamment les mouvements pendulaires dans les électroscopes, la rotation de la tige horizontale dans la balance de Coulomb, la rotation sur son pivot d'une aiguille horizontale aux pointes recourbées en sens inverse ;

les actions physiologiques ;

les étincelles, aigrettes, etc... ;

les actions chimiques.

A cet ensemble, s'ajoutaient, depuis plusieurs années, des expériences établissant la « vertu magnétique » du fluide électrique et caractérisant ainsi une véritable analogie de ce dernier fluide avec le « fluide magnétique », générateur de toutes les propriétés des aimants. Voici, par exemple, comment, en l'an VIII, on démontrait couramment cette analogie :

> Faites en sorte qu'une aiguille de boussole, qui n'ait jamais été aimantée, fasse partie des pièces qui servent de communication entre les surfaces extérieure et intérieure d'une bouteille de Leyde. Si-tôt qu'au moyen de ces pièces de communication vous aurez fait éclater l'étincelle et que vous aurez par là fait passer la commotion d'un bout à l'autre de l'aiguille, cette aiguille se trouvera aimantée ; elle aura des pôles et se conduira comme les aiguilles ordinaires de boussole ; elle repoussera et attirera une autre aiguille. Il suffit même, pour aimanter une pareille aiguille, de l'électriser à la manière d'un conducteur.

Et l'auteur (1) de cette description ajoutait : « J'en ai plusieurs « de cette espèce qui n'ont jamais été aimantées, autrement ».

Cette expérience, entre autres, avait certainement retenu

1. Brisson, membre de l'Institut, *Cours élémentaire de physique*, an VIII.

l'attention d'Alexandre, et il n'y a rien que de très vraisemblable à supposer qu'il utilisait, dans son appareil, cette vertu magnétique du fluide électrique et que c'était là la caractéristique par laquelle son système se distinguait nettement de tous ceux que l'électricité avait déjà fait naître. On comprendrait mieux alors son refus constant de livrer, à tout autre que le premier consul, un secret de cette importance.

Cette supposition n'apporterait-elle pas quelque lumière dans la réponse d'Alexandre aux questions de Cochon, réponse vague, il est vrai, mais qui marque cependant son indécision sur la nature exacte de l' « agent » qu'il emploie, « fluide électrique » ou « fluide magnétique ». Les difficultés qu'il dit avoir rencontrées ne donnent-elles pas à soupçonner qu'il y avait quelque chose de plus que de simples actions électrostatiques, que tous les physiciens d'alors savaient « maîtriser » sans peine ? Enfin cette puissance, qui forme comme l'âme de l'univers, ne serait-elle pas ce « fluide magnétique » que l'aimant terrestre de Descartes émet constamment par son pôle nord et qui rentre par son pôle sud en enveloppant la terre entière.

Pour ne laisser dans l'ombre, sur ce point capital, aucune source d'indication, si faible soit-elle, il faut rappeler ce fait, cité par Delambre, que quelques heures de réflexion auraient suffi au citoyen Mongolfier pour deviner le secret du « télégraphe intime » ; il est vrai que ce n'est qu'un on-dit attribué à un savant ; il s'agit, en effet, très probablement, de Mongolfier l'aîné, qui devint membre de l'Institut des sciences en 1807.

Enfin, et en dernier lieu, peut-on préciser, avec quelque vraisemblance, la nature de la dépendance que doit exercer la première aiguille, ou la manivelle qui la fait tourner, sur la deuxième aiguille, celle du poste récepteur ? Il a été dit plus haut que cette première aiguille doit nécessairement ou *conduire* la deuxième, c'est-à-dire en assurer entièrement la marche, ou la *commander*, c'est-à-dire en contrôler les mouvements afin de la maintenir en accord permanent avec la transmission. De ces deux sortes d'actions, la seconde était la moins difficile à réaliser ; mais, de plus, on peut supposer qu'Alexandre y fut en quelque sorte, conduit par les circonstances

elles-mêmes. Il est, en effet, assez logique de penser qu'Alexandre, reprenant, au début de ses recherches, l'idée de Chappe, s'occupa tout d'abord d'« harmoniser » plus complètement les deux horloges de ce dernier ; il ne tarda pas à remarquer que deux horloges, partant de la même heure, resteront parfaitement harmonisées si, à chaque avance d'une dent du rouage de l'une (celle qui commande), on a soin de faire correspondre une avance égale du rouage de l'autre (celle qui obéit) en agissant sur son échappement, et cela quelle que soit l'irrégularité de marche de la première. De cette simple constatation, un mécanicien aussi averti ne pouvait manquer de faire usage, et l'on serait fondé à penser que le principe du télégraphe intime s'est naturellement présenté à l'esprit d'Alexandre alors qu'il cherchait à perfectionner le synchronisme des deux horloges de Chappe.

Quelles que soient les explications que l'on pourra trouver du fonctionnement de ce système et les hypothèses sur lesquelles elles reposeront, il n'en semble pas moins acquis dès maintenant que le télégraphe intime de l'an X, par son cadran alphabétique et, peut-être aussi, par son mode de subordination de l'aiguille indicatrice à l'aiguille de transmission, fut de plus de quarante ans en avance sur le cadran Bréguet.

Serait-il excessif d'ajouter qu'Alexandre fut le premier à utiliser, pour une commande à distance, la « vertu magnétique » du « fluide électrique » ?

Alexandre mourut en 1832.

LES TIMBRES-POSTE FRANÇAIS,

par L. DEMOULIN,
directeur de l'atelier de fabrication des timbres-poste.

(*suite*)

Ronsard. — Une loi, votée le 12 juillet 1924, autorisa l'émission d'un timbre-poste spécial de 75 centimes pour commémorer le quatrième centenaire de la naissance du poète Ronsard, et un arrêté ultérieur précisait qu'il serait mis en vente du 6 octobre au 30 novembre 1924. Le comité des fêtes avait chargé Pierre Dautel, sculpteur et graveur en médailles, d'établir un dessin, dont la gravure fut exécutée par Delzers.

Pour la composition de sa maquette, le dessinateur a certainement voulu rappeler le caractère de l'œuvre du grand artiste que fut Ronsard, dont la production fut lyrique, surtout à ses débuts. Aussi a-t-il encadré les traits du poète par les deux branches d'une lyre, cet ancien instrument étant aussi bien l'emblème de l'art de la versification que celui de la musique. Au centre d'une lyre stylisée formant une sorte d'écusson, se détache, en buste, le portrait de Ronsard vu de profil, les traits sévères et énergiques du poète se trouvant ainsi accusés. Une couronne laurée, rejetée en arrière, ceint la tête, laissant donc le front dégagé. Ronsard porte le collier de barbe qui caractérise la mode du temps de Henri II et de Henri III. Enfin il est vêtu du pourpoint de l'époque, au col haut et amplement rabattu. De chaque côté des branches de la lyre, deux dates sont inscrites verticalement entre deux roses et leurs tiges stylisées : à gauche, 1524, année de la naissance, à droite 1924, année commémorative. Au-dessus de la tête, le nom du poète ; puis, aux parties supérieures et inférieures du dessin, les indications de service.

Il convient cependant de signaler que, dans l'esprit de l'artiste, le dessin initial avait été établi en vue d'un tirage en deux couleurs juxtaposées ; mais, cette idée n'ayant pu techniquement être réalisée, quelques petites modifications, visant exclusivement certains détails accessoires, durent être apportées ; on eut ainsi la maquette définitive que nous venons d'examiner. L'impression put alors avoir lieu en deux couleurs, mais ton sur ton, en camaïeu : un bleu pâle, servant de fond, pour adoucir la maigreur de la présentation ornementale, fut, avec raison, jugé indispensable, un bleu plus soutenu étant employé pour l'impression du sujet proprement dit.

Le moins que l'on puisse penser est que le graveur Delzers a fidèlement traduit l'œuvre du dessinateur.

Nous ne dirons pas que ce timbre fut accueilli avec un enthousiasme délirant ; mais les critiques ne dépassèrent pas, osons-nous écrire, une honnête moyenne. Il donna cependant lieu à un incident jugé amusant par certains, et regrettable par d'autres. Un imprimeur parisien eut l'idée d'imprimer une vignette « Ronsard », ne pouvant avoir, bien entendu, aucune valeur postale. Elle était cependant destinée à être collée sur les correspondances, bien sûr pour honorer le poète, mais aussi, semble-t-il, dans un but de publicité. Cette vignette était imprimée en héliogravure. Son format, sensiblement double de celui du timbre officiel, se prêtait donc à une présentation artistique moins sobre que le dessin de Dautel. Aussi ne manqua-t-on pas de comparer deux sujets absolument différents et de donner la palme au procédé de l'industrie privée. Et, pour corser l'affaire, il se trouva qu'une lettre revêtue de cette seule vignette fut remise, sans être taxée, à son destinataire. Naturellement un journal eut connaissance de l'incident ; on devine la nature de ses commentaires. A la suite, une circulaire administrative dut rappeler aux agents les dispositions de la loi du 11 juillet 1885, édictant des peines sévères contre « la fabrication, la vente, le colportage et la distribution de tous imprimés ou formules obtenus par un procédé quelconque qui, par leur forme extérieure, présenteraient avec les vignettes et timbres du service des Postes et des Télégraphes, une ressemblance de nature à faciliter l'acceptation desdits imprimés ou formules aux lieu et place des

valeurs imitées ». Au point de vue postal, la possibilité d'un incident de cette nature est, à nos yeux, la condamnation sans appel des émissions temporaires, qui tendent de plus en plus à se multiplier.

Exposition des arts décoratifs. — La loi du 1er mai 1924 autorisa l'émission de timbres-poste spéciaux pour servir de propagande à l'exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes, qui eut lieu à Paris en 1925.

Le *Journal officiel* du 17 mai suivant publiait les conditions d'un concours ouvert pour le choix des dessins. Toute liberté était laissée aux concurrents pour les sujets de vignettes. Toutefois, ils devaient « s'efforcer de magnifier, par leurs compositions, le renom artistique de la France et son rôle d'éducation esthétique dans le monde ».

Sur une trentaine d'envois, le jury en retint quatre, dont « Le potier » de Becker, classé avec le numéro 1. Mais l'organisation de l'exposition, qui s'était réservé le droit de ne pas utiliser les projets primés, n'admit le « potier » que pour le timbre de 25 centimes et celui de 75 centimes, et la gravure en fut confiée à Abel Mignon. Pour les autres types, elle passa des commandes directes à Schmied, qui dessina et grava le timbre de 10 centimes « Le flambeau », à Berdon, qui dessina et grava le timbre de 15 centimes « Le pot de fleurs », à Rapin, qui dessina un deuxième type pour le timbre de 25 centimes, « L'architecture », gravé par Ruet. A noter que « Le flambeau » fut aussi affecté en partie au timbre de 75 centimes.

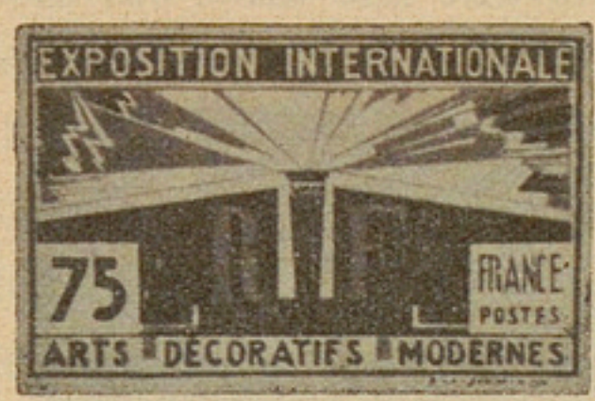
1. *Le potier.* — Dans la maquette qui eut les honneurs du concours, Becker a représenté un artisan décorant un vase.

L'opérateur, d'allure jeune, est assis devant une table sur laquelle repose, à côté d'un récipient d'où émergent des pinceaux, un vase légèrement penché et qu'il retient de la main gauche. Le buste est simplement vêtu d'une chemise au col largement ouvert ; sur le bras droit visible, la manche est relevée au dessus du coude replié, la

main tenant un pinceau. L'artisan regarde le vase comme s'il jugeait de l'état d'avancement de son travail avant de le continuer. L'attitude, qui est naturelle, est d'une ligne harmonieuse, qui ne manque pas d'élégance. Quant au vase, de forme haute et légèrement renflée au centre, il était, à l'origine, à facettes verticales de la base au col. Tel quel, il ne parut pas, à certains membres du jury, de facture assez moderne. Aussi le dessinateur, tout en accentuant légèrement le renflement, dut-il modifier le décor et incurver un peu le col initial, qui était droit. On eut ainsi un vase décoré de plusieurs zones horizontales, formées de lignes verticales ou penchées dont les inclinaisons différentes forment contraste. Le fond du dessin est constitué par la paroi extérieure d'un four de potier, aux briques jointoyées selon les règles de l'art architectural. L'ensemble est encadré par les indications de service, disposées sur les quatre côtés.

Le timbre, édité en deux valeurs, fut imprimé en deux couleurs juxtaposées s'harmonisant discrètement. Au surplus, le graveur, dans son interprétation, a accentué d'une large taille le pourtour de la composition. Le décorateur et son vase sont ainsi nettement silhouettés ; ils se détachent, sur le fond de briques, à la manière des personnages de vitrail. Il nous semble que ce sujet, qui avait eu les préférences du jury, symbolise parfaitement, par sa conception et la manière dont il a été traité, une exposition des arts décoratifs.

2. *Le flambeau.* — Le timbre de Schmied est d'une composition extrêmement sobre, dont on ne contestera certainement pas le modernisme. L'œil est d'abord frappé par un large à-plat couvrant la moitié inférieure du dessin, et échancré verticalement au centre. De chaque côté de l'évidement, le mat se limite en plan incliné. Au centre, est dressé un flambeau de forme droite s'évasant légèrement de la base au sommet, qui dépasse un peu le mat. Du flambeau, jaillit un faisceau de rayons lumineux trouant l'obscurité figurée par un mat d'intensité moindre, puisque éclairée. A gauche du flam-



beau, dans l'à-plat inférieur, mais dans un ton plus clair, se découpent la lettre R et à droite la lettre F, formant le monogramme de la république.

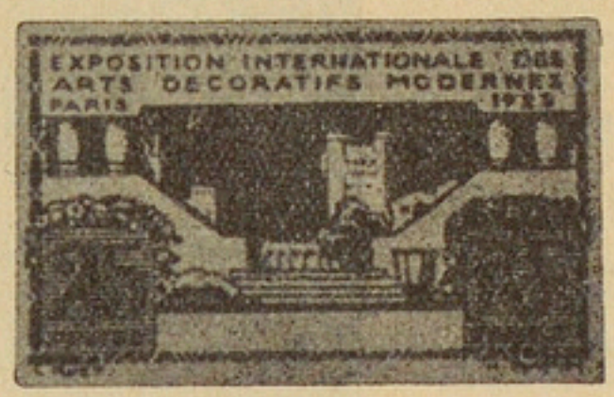
On sent l'idée qui a guidé l'artiste dans sa conception : la France tenant le flambeau de la continuité de l'effort, du progrès et dissipant, du moins dans le domaine artistique, les ténèbres qui, aux yeux de certains, l'auraient obscurci jusqu'alors. Si la réalisation est nouvelle, originale même, le cliché est connu. Il a même exprimé la vérité au cours des siècles derniers, particulièrement depuis la Renaissance ; le mouvement artistique est parti de notre pays, qui a porté le flambeau ; mais, pour continuer de le tenir, il ne faudrait pas que, dans le renouvellement nécessaire des formules, le bon goût naturel français se laissât annihiler par des influences extérieures, étrangères toujours, et d'un simplisme par trop primitif.

3. *Le pot de fleurs.* — Le timbre de Berdon dit « Le pot de fleurs » est un rectangle en hauteur dans lequel est inscrit un losange dont on paraît avoir coupé les quatre angles pour permettre de le loger. Dans ce losange, est inscrit moins un pot de fleurs qu'un motif décoratif en épousant scrupuleusement la forme. Un vase comporte généralement une ouverture, surtout s'il est destiné à recevoir des fleurs; dans celui-ci, il n'y en a pas; alors on peut admettre que c'est un vase de forme fermée orné d'une composition décorative, mais ce n'est qu'une hypothèse. Quoi qu'il en soit, à la partie inférieure, qui pourrait être le socle, se trouve un large mat, sur lequel se détache en blanc la longue légende imposée : « exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes PARIS 1925 ». Au dessus, et toujours sur un fond mat, s'étale en blanc une corolle de six pétales, de laquelle émerge, au centre, un pistil vigoureux dont la stylisation rappelle celle de la fleur de lis ; il est flanqué, de chaque côté, d'une étamine. Sur le pourtour supérieur de l'ensemble, une sorte de guirlande et à la base de la corolle un semis agrémenté de points complètent l'effet décoratif. Extérieurement au losange,

les deux angles supérieurs sont occupés par des mats sur lesquels se détachent la valeur et le monogramme ; aux angles du bas, des mats aussi, mais deux parties restées blanches donnent l'illusion que le vase repose sur le bord d'une table, vue en perspective.

Il semble bien que, dans sa composition, l'artiste n'ait voulu présenter qu'un motif décoratif, sans se préoccuper si son pot de fleurs correspondait ou non à une réalité. Au surplus, il espérait que la guirlande, notamment, pourrait être imprimée en plusieurs couleurs et il en escomptait un certain effet. Des difficultés techniques qu'il n'avait pas prévues ne permirent pas de réaliser pleinement son idée. On eut ainsi le timbre mis en service, qui, nous le verrons, n'a donné satisfaction ni aux amateurs d'art moderne ni aux partisans du classique.

4. *L'architecture.* — Avec le timbre de Rapin, nous sommes dans un autre domaine : « L'architecture ». Et, pour qui a visité l'exposition, l'idée de l'artiste est nettement apparente. Dans une formule qui s'inspire du style du moment, il a pour ainsi dire schématisé, en l'agrémentant, l'avenue principale de l'esplanade des Invalides. Au premier plan, les marches d'un large escalier, par lequel on accède à une terrasse. En bas, à sa gauche, un massif bas ; à droite, pour équilibrer sans doute, un vase d'amples proportions. En haut, la terrasse est bordée, de chaque côté des marches, par un mur très sobre dont le sommet s'infléchit pour donner plus d'air à la trouée de l'escalier. Il est surmonté, à droite et à gauche, de deux balustres sur lesquels repose une sorte de frontispice tenant toute la largeur du timbre et portant la légende EXPOSITION INTERNATIONALE DES ARTS DÉCORATIFS MODERNES PARIS 1925. Derrière les balustres et en partie cachés par le fronton, des arbres dont on ne voit que le feuillage. Au delà de l'escalier, une perspective avec, à droite, un massif d'arbres, des palais, une haute tour quadrangulaire, à gauche une autre haute tour de même style, un haut cyprès et, barrant le fond, les arcades d'un palais. A l'avant, deux cartouches enguirlandés de



fleurs portent la valeur et le monogramme. Entre leur base, un rectangle, formant rappel avec le frontispice, devait recevoir l'inscription L'ARCHITECTURE ; il n'a pas été donné suite à l'idée première, et l'espace réservé est resté vide.

L'émission de ces timbres n'a pas été plus favorablement accueillie que celle des jeux olympiques. Les sujets primés ayant été affichés, ce fut d'abord à l'occasion du choix du jury que les critiques commencèrent à se manifester. L'académisme du « Potier », classé en tête, datait de cent ans, l'artisan, peigné à ravir, paraissait sortir des mains du coiffeur, son vase ressemblait à une pastèque, etc..., etc... On eût pu répondre que, si le dessin avait été exécuté il y a cent ans, c'est-à-dire en plein romantisme, le potier eût été sûrement un artisan d'âge, à la tête chenue, alors que nous voyons un jeune homme plein de vigueur, glabre comme il sied à des Français nord-américanisés ayant abandonné toute personnalité, puis peigné, gommeliné suivant la plus pure tradition sud-américaine. Non, ce jeune artisan est réellement de son époque où, au surplus, on a déjà du talent à l'âge où autrefois on commençait seulement d'apprendre. Quant au vase initial, il est possible qu'il ressemblait à une pastèque ; pour notre part, nous ne pouvons prêter à cette ressemblance le sens péjoratif que lui donnaient les auteurs de la découverte : l'art, l'art décoratif surtout, ne prend-il pas tous ses modèles, ses motifs, dans la nature ?

Les trois autres sujets primés n'ayant pas été émis, il ne nous paraît pas utile de les décrire ni de faire état des observations qu'ils ont soulevées. Nous dirons seulement qu'ils avaient recueilli, comme le premier, la grande majorité des suffrages d'un jury composé des représentants les plus autorisés de la direction des Beaux-Arts, du comité de l'exposition, de différents groupements artistiques, et aussi d'artistes désignés par les concurrents. Il y avait bien également quelques fonctionnaires, une faible minorité : on ne peut guère s'en passer quand il s'agit d'organiser quelque manifestation de cette ampleur ; mais on sait que, suivant un accord tacite général, il est admis qu'ils sont incompétents en tout. Aussi les rendit-on responsables du choix.

Le comité de l'exposition n'étant pas lié par la décision du

jury, il paya les primes accordées, puis il fit des commandes directes à des artistes de son choix dont les tendances connues ne risquaient pas de leur suggérer l'idée de compositions classiques. On eut ainsi les trois derniers timbres que nous venons d'examiner et dont les dessins eurent tous ses suffrages. Le public ne partagea pas cet optimisme ; naturellement, il attribua, une fois de plus, sa déception à l'administration, décidément incapable de faire quelque chose de bien.

Les projets remplacés avaient été critiqués parce qu'ils étaient conçus et exécutés avec des idées et des formules jugées périmées. Ceux-ci ne le furent pas moins, bien qu'ils fussent des manifestations incontestables de l'art moderne. Le Flambeau fut cependant le moins malmené des trois. Il nous sembla, à moins d'une erreur de psychologie, que son incompréhension, que nous avons entendu mainte fois exprimer, en imposa pour ainsi dire à ceux qui pouvaient être tentés de le critiquer. Avec sa facture originale, ce timbre était peut-être la formule artistique par excellence et définitive. Quand on veut avoir l'air d' « être à la page », ne faut-il pas montrer une certaine prudence dans ses appréciations ? Quant au Pot de fleurs, il fut réellement bousculé. On ne trouva pas de termes assez désobligeants, voire même irrévérencieux pour le qualifier ; on alla même jusqu'à prétendre qu'il était la reproduction exacte d'un pou. La vignette « L'architecture » ne fut guère mieux traitée ; selon les exagérations habituelles de la critique, on la compara notamment à un cimetière. Et ce mot, cette comparaison, nous rappellent précisément une appréciation générale de Forain, dont on connaît l'âpreté habituelle de jugement : « Le style moderne de 1925, c'est un art hideux, un art de cimetière ».

Berthelot. — En 1927, sur la demande du comité d'organisation du centenaire de Marcelin Berthelot, l'administration autorisa l'émission d'un nouveau timbre-poste de 90 centimes à l'effigie de ce savant. A cette fin, il fut remis au graveur Abel Mignon la photographie d'une médaille de Berthelot, gravée en 1901 par Chaplain. Avec ce document, l'artiste fit un dessin soumis au comité et grava ensuite le poinçon.

Selon le désir des organisateurs, le timbre devait représenter l'effigie de Berthelot sur fond mat, à l'exclusion de tout ornement accessoire et même de cadre ; les indications de service indispensables, et c'est tout.

Cependant, la partie du buste qui figurait sur la médaille devait être conservée. L'effigie occupe donc toute la hauteur de la vignette, limitée en haut par le nom du savant, en bas par les mots REPVBLIQVE FRANÇAISE La valeur figure à gauche du buste ; elle se détache sur le mat, ainsi que le mot POSTES qui est à droite. La composition est donc bien équilibrée.

On peut dire que le graveur a tiré un heureux parti du document qui lui fut remis. Ce sont bien les traits fixés par Chaplain dans sa médaille ; ils apparaissent sur le timbre avec un éclairage qui frappe directement le vaste front du savant, matérialisant pour ainsi dire le rayonnement de son intelligence et de son savoir hors de pair. Nous n'avons d'ailleurs eu aucune critique de cette émission, qui parut dans le courant du mois de septembre.

Légion américaine. — En juillet 1927, à la demande du ministère des Affaires étrangères, il fut décidé qu'une émission spéciale de timbres-poste de 90 centimes et de 1f,50 serait effectuée à l'occasion du congrès de la Légion américaine qui devait avoir lieu à Paris au mois de septembre suivant. Il convenait donc d'aller vite et l'on n'avait aucun dessin ; tout au plus émettait-on l'idée qu'il serait peut-être opportun d'employer les effigies de la Fayette et de Washington. C'est dans ces conditions qu'il fut remis à l'artiste Delzers une médaille de la Fayette et la photographie d'une médaille de Washington, avec la seule directive supplémentaire de soumettre rapidement un dessin au ministère des Affaires étrangères et de graver en quelques jours le poinçon.

Ainsi fut fait. L'artiste eut l'idée d'un arrangement de composition visant non seulement l'arrivée prochaine, en France, de la Légion américaine, mais aussi l'exploit tout récent de Lindberg qui, le premier, avait traversé l'Atlantique en avion. Entre les deux

portraits, placés dans des médaillons, figure un paquebot venant des Etats-Unis. Au dernier plan, la statue de la Liberté à New York, et, au dessus, dans le ciel, un aéroplane que l'on peut supposer être celui de Lindberg, reliant ainsi les deux continents par la voie des airs. Dans la recherche de l'effet à donner à la composition, les portraits ont été dessinés, se détachant en premier plan sur fond noir ; de même pour la légende LEGION AMERICAINE. La silhouette du paquebot et de l'avion, ainsi que la statue de la Liberté, se profilent au deuxième et dernier plan sur un ciel gris coupé par des rayons lumineux. En haut, sur un frontispice en grisaille reposant sur les deux médaillons, se détachent les mots POSTES — FRANCE. En bas, sur fond mat, on lit la légende LEGION AMERICAINE SEPTEMBRE 1927. De chaque côté, sur fond blanc, la valeur à droite, le monogramme R F à gauche.

Il ne semble pas que cette émission se soit ressentie de la hâte apportée à sa préparation. Il est vrai que l'on s'était adressé à un artiste de talent, aussi capable d'établir une composition que de l'interpréter par la gravure. Le thême de la maquette, qui reçut l'agrément le plus flatteur du ministère des Affaires étrangères, ne pouvait s'inspirer plus heureusement des circonstances. On serait cependant tenté de critiquer son application à une vignette de dimensions aussi faibles que celles d'un timbre-poste, si l'habileté du graveur n'avait su tirer un si brillant parti d'une composition trop chargée. Aussi les nouveaux timbres furent-ils bien accueillis.

Caisse d'amortissement. — La loi de finances du 26 mars 1927 stipulait :

ART. 76. — L'administration des Postes est autorisée, pendant une période de cinq années, à surcharger les timbres-poste ordinaires correspondant aux tarifs de la carte postale, de la lettre du régime intérieur et de la lettre du régime international, d'une surtaxe respective de dix, vingt-cinq et cinquante centimes.

La différence entre le prix de vente de ces timbres, dont l'emploi sera facultatif, et leur valeur d'affranchissement sera versée à la Caisse de gestion des bons de la défense nationale et d'amortissement de la dette publique, qui en suivra l'affectation au titre des contributions volontaires.

. . . . . .

Art. 77. — L'administration des Postes est en outre autorisée, pendant une période de cinq années, à émettre chaque année un timbre-poste spécial, dont l'emploi sera facultatif et dont le tirage et la durée de validité seront limités.

La différence entre le prix de vente et la valeur d'affranchissement de ces figurines sera versée à la Caisse de gestion des bons de la défense nationale et d'amortissement de la dette publique, comme ressource supplémentaire prévue par l'article 6 paragraphe 9 de la loi du 7 août 1926.

. . . . . .

Art. 79. — La Caisse autonome de gestion des bons de la défense nationale et d'amortissement de la dette publique fera l'avance de l'installation nécessaire pour réaliser l'impression en taille douce des timbres prévus à l'art. 77.

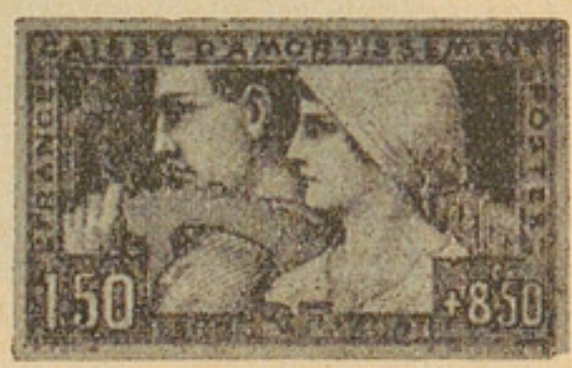
. . . . . .

1. *Surcharges.* — Nous ne visons ici que pour mémoire les surcharges prévues par l'article 76, lesquelles furent apposées sur des figurines « Semeuse » et « Pasteur » dont nous avons déjà étudié les types.

Pendant cinq ans, à partir du 1er octobre 1927, les mots « Caisse d'Amortissement » pour la Semeuse et C. A. pour la vignette Pasteur, furent imprimés sur des timbres de 40 centimes, 50 centimes et 1f,50, avec les surtaxes respectives de 10 centimes, 25 centimes et 50 centimes dont devait bénéficier ladite caisse. De plus, chaque année, la couleur des figurines ainsi surchargées fut changée, ce qui constitua un attrait supplémentaire pour les amateurs d'émissions spéciales.

2. *Type Turin.* — La première application des dispositions de l'article 77 fut l'ouverture d'un concours restreint organisé par la direction des Beaux-Arts et dans lequel il était demandé aux concurrents de présenter des dessins symbolisant le relèvement de la France après l'épuisement consécutif à la guerre.

Le choix du jury se porta sur un dessin de Turin, qui fut gravé en taille-douce par Abel Mignon. On attribua à ce timbre la valeur d'affranchissement de 1f,50 et l'on fixa le prix de vente à 10 francs ; il fut vendu pendant le mois de mai 1928 seulement.



La vignette, qui est de grand format, représente deux personnages en buste vus de profil et apparaissant l'un derrière l'autre. En avant, un jeune ouvrier au masque énergique, strictement épilé, suivant la mode ; une roue

dentée, dans laquelle le bras replié a pénétré, repose sur l'épaule gauche ; elle est maintenue par l'une des mains. Devant l'ouvrier, et à l'arrière plan, des cheminées d'usine déversent d'épais nuages de fumée qui forment le fond. Derrière, une jeune paysanne au visage agréable et non moins énergique ; sa chevelure est enserrée dans un morceau d'étoffe noué sur la nuque ; le cou est largement dégagé par l'échancrure d'un vêtement léger. A droite, quelques épis de blé drus et serrés donnent l'impression de la campagne cultivée et fertile. Les têtes, dont le haut n'est pas visible, sont limitées par la partie supérieure de l'encadrement, où, sur un grisé, se détachent les mots CAISSE D'AMORTISSEMENT. Sur les côtés latéraux, avec le même grisé, les mots FRANCE et POSTES. Aux deux angles inférieurs, les chiffres de la valeur sont logés dans un cartouche rectangulaire comportant un fond quadrillé. Enfin, en bas, sur le cadre, figure le monogramme RF au centre d'un groupement de lignes décoratives.

On ne peut contester que l'artiste a parfaitement répondu au programme du concours. La France anémiée, épuisée après quatre années de guerre et de dévastations, fait les efforts nécessaires pour son relèvement. Il est à peine besoin de dire que le jeune ouvrier symbolise l'industrie, la paysanne l'agriculture, qui sont les deux grandes sources vitales de notre pays. Les personnages ont l'attitude noble, calme et fière de gens qui sentent toute la valeur de ce qu'ils font, du but poursuivi ; l'usine crache sa fumée intense, signe de son activité intérieure ; les moissons mûrissent là où il n'y avait plus que désolation. Et le graveur Mignon a su magistralement interpréter et fixer l'idée du dessinateur. Aussi, n'avons-nous entendu aucune critique sérieuse de ce timbre, qui, à tous les points de vue, est une belle œuvre artistique.

3. *Le sourire de Reims.* — Le deuxième timbre spécial de la Caisse d'amortissement, dont le prix de vente ne fut plus que de 5 francs ($1^{f},50 + 3^{f},50$), a été mis en vente du 15 mars au 15 avril 1930.

La maquette n'a pas été mise au concours. Sur la proposition de plusieurs de ses membres, le comité chargé de l'organisation de l'émission de ces timbres adopta un dessin de Rigal, le « Sourire

de Reims », qui avait été présenté dans un concours précédent et qui n'avait pas été retenu parce qu'il s'agissait alors de la cathédrale de Reims et non d'un détail de ce monument. La gravure, en taille-douce, du poinçon fut confiée à Delzers.

On sait que le personnage sculpté connu sous le nom du « Sourire de Reims » est l'une des huit statues imposantes qui ornent le porche central de la cathédrale de cette ville et qui rappellent les principaux traits de la vie de la Vierge : l'Annonciation et la Visitation. Il représente l'archange Gabriel annonçant à Marie qu'elle serait la mère du Sauveur. Ce morceau, ainsi que les sept autres d'ailleurs, sont généralement comparés aux plus belles productions de l'art grec, auxquelles elles ne sont pas inférieures. Mais l'archange Gabriel a été plus particulièrement vulgarisé par l'image, sans doute à cause de la grâce indéfinissable de son sourire. On comprend qu'un artiste ait été séduit par toute la poésie qui émane de cette figure et qu'il se soit laissé aller à en fixer les traits, alors qu'un programme rigide lui demandait un dessin de ce grand tout qu'est la cathédrale.

Dans son dessin, il ne rechercha cependant pas une copie servile de l'œuvre de pierre. Il voulut plutôt l'interpréter et l'idéaliser encore si possible. C'est donc avec cette maquette que Delzers commença la gravure. Des épreuves furent soumises ; mais les divergences avec des photographies de la statue originale apparurent telles, qu'il fut demandé à Rigal de respecter scrupuleusement le modèle. L'artiste refit, en conséquence, la maquette, de laquelle est tiré le timbre émis.

La composition en est très simple. Au centre, est placé le haut du buste de l'archange, la tête légèrement inclinée selon sa position naturelle. Du dos, se détachent les deux ailes, se limitant, de chaque côté du visage, par une courbe harmonieuse qui rejoint les deux angles supérieurs du dessin. La lumière éclaire le haut de la tête d'une sorte d'auréole et se disperse sur les imbrications dont sont formées les ailes. Le fond est constitué par une fine trame quadrillée. Les chiffres de la valeur sont disposés dans un

cartouche rectangulaire empiétant sur l'aile droite. Quant au cadre, d'une grande sobriété, il comporte une rosace aux quatre coins, puis, sur un grisé, les mots LE SOURIRE DE REIMS en haut, CAISSE D'AMORTISSEMENT en bas, FRANCE et POSTES sur les côtés. Finement gravé par Delzers et d'une interprétation fidèle, nous n'avons entendu que des éloges de ce timbre qui, au surplus, fait honneur aux presses des Ateliers de l'administration, quant à la qualité de l'impression.

4. *Les provinces françaises.* — Le troisième timbre de cette série spéciale fut également de 1f,50 + 3f,50 ; il fut vendu pendant le mois de mars 1931.

Il n'y eut pas de concours pour la maquette. Un dessin d'Abel Mignon « Les provinces françaises », présenté directement au comité, fut adopté, et la gravure, en taille douce, du poinçon fut confiée à cet artiste.

Dans son dessin, Abel Mignon a voulu tenir compte des directives du premier concours : « symboliser le relèvement de la France ». Et pour cela, il semble qu'il ait repris une idée qu'il avait déjà traduite, en affiche, pendant la guerre, alors qu'il était fait appel au public pour couvrir les emprunts nécessaires à la continuation de la lutte : les provinces françaises apportant volontairement leur contribution pour sauver le pays.

Dans le timbre qui nous occupe, l'artiste a choisi les provinces situées aux quatre points cardinaux, et il les a symbolisées en bustes par une Boulonnaise, une Arlésienne, une Alsacienne et une Bretonne, dont les coiffures régionales nettement caractéristiques se prêtent à l'harmonie d'une composition. Elles sont groupées sous un portique formant cadre : au premier plan, la Boulonnaise et la Bretonne tenant à la main une bourse qu'elles présentent, et les deux autres figures au deuxième plan. L'artiste s'est efforcé d'exprimer dans les physionomies le charme et le caractère particuliers de la femme selon les régions. Puis, en raison de la difficulté de graver et de mettre en valeur des figures aussi réduites, il les a, contrairement aux tra-

ditions, serties par un trait ferme, ce qui leur donne ainsi plus de relief et à l'ensemble un aspect plus décoratif. Le portique, sur lequel on lit la légende CAISSE D'AMORTISSEMENT, repose sur deux colonnes décorées d'un épi de blé et s'appuyant elles-mêmes sur deux cartouches carrés ornementés, dans lesquels figurent les chiffres de la valeur. Entre ces derniers, sur fond gris, les mots FRANCE et POSTES, séparés par le monogramme R F.

De ce beau timbre symbolique, si harmonieusement composé et si délicatement gravé, nous n'avons entendu que des éloges.

Jeanne d'Arc. — Le cinquième centenaire de la délivrance d'Orléans par Jeanne d'Arc, célébré en 1929, donna lieu à l'émission d'un timbre-poste spécial de 50 centimes, mis en vente pendant six mois. La direction des Beaux-Arts fut chargée de l'organisation d'un concours restreint en vue du choix d'une maquette. Le jury proposa l'adoption d'un dessin de l'artiste Barlangue, classé premier, et la gravure fut confiée à Abel Mignon.

Dans la composition, Jeanne d'Arc est figurée à cheval, la tête nue ; la chevelure, disposée en frange sur le front, retombe en deux masses sur les oreilles, à la base desquelles elle est coupée. Elle est vêtue d'une sorte de justaucorps largement évasé au col et dont le bas relevé laisse apparaître une jambe gainée d'une cotte de mailles ou d'un vêtement de grosse laine. Les manches, également retroussées, laissent voir aussi le même sous-vêtement. Le pied est engagé dans un étrier de forme triangulaire qui pend d'une selle aux bords hautement relevés. De l'autre côté de la selle, émerge la poignée d'une épée. Jeanne tient en mains les rênes d'un cheval caparaçonné dont le corps seul est figuré. La naissance d'un des membres antérieurs de l'animal, que l'on aperçoit sous le caparaçon dont les bords sont légèrement entr'ouverts, et le mouvement de la tête indiquent que la monture est en marche. Derrière la Pucelle, flotte un étendard fleurdelisé tenu par l'un de ses suivants, dont on ne voit que la main. En haut, les mots POSTES FRANCE ; en bas, la légende « 1429 ORLÉANS 1929 » ; à droite, dans un cartouche

rectangulaire, la valeur, et enfin, sur le flanc visible du cheval, un écu portant le monogramme R F.

Ce que nous venons d'examiner, c'est la maquette. Mais, si nous regardons le timbre, combien de détails ont disparu ou sont à peine esquissés ! Le graveur Mignon a fait consciencieusement ce qu'il a pu ; mais pouvait-il réellement, en gravure typographique et dans un format aussi réduit, obtenir mieux ? Pouvait-il, notamment, donner quelque apparence de vie, d'humanité à un visage ne mesurant qu'un millimètre et demi ? L'erreur initiale fut de choisir une composition, dont nous n'avons certes pas l'idée de combattre la valeur artistique, mais qui ne s'adaptait nullement au but auquel elle était destinée.

Rien, dans le programme, n'indiquait d'ailleurs que Jeanne d'Arc dût être représentée à cheval. Cependant trois des cinq concurrents qui furent primés campèrent une héroïne avec un oriflamme sur son destrier de bataille. L'un des deux autres nous exposa l'idée directrice de son dessin : « Les dimensions déjà très faibles du timbre, encore réduites par la figuration obligatoire des indications de service, et aussi le genre d'impression envisagé imposaient, nous dit-il, une grande simplification de composition. Aussi, n'ai-je représenté que le haut du buste incliné de Jeanne d'Arc, les mains croisées, dans l'attitude de la prière, avec, près d'elle, un glaive dont on ne voit que la poignée. La guerrière accidentelle a terminé sa mission : elle a remis l'épée au fourreau, elle remercie la Providence de lui avoir donné la force et le courage nécessaires, et peut-être aussi l'implore-t-elle dans la prescience de son horrible fin ». Et, un peu amer, car on a toujours vingt-quatre heures pour maudire ses juges, il ajoutait : « Quand donc comprendra-t-on que l'on puisse honorer, représenter Jeanne d'Arc autrement qu'à cheval ? »

Il faut bien reconnaître qu'il y avait en puissance, dans ces observations, la matière de la plupart des critiques dont nous avons eu connaissance, et il y en a eu de tout ordre : banalité d'inspiration, mauvaise exécution, etc..., etc... Il est bien évident qu'avec une composition aussi chargée et les dimensions exiguës du timbre, la typographie ne pouvait donner qu'un médiocre résultat. Et

pour nous ceci était si bien une vérité première, que, dès 1927, consulté sur l'éventualité d'une émission Jeanne d'Arc, nous écrivions ces lignes, que l'on nous excusera de reproduire : « Pour « Jeanne d'Arc, il est désirable qu'elle ne soit pas représentée à « cheval, comme elle a été si souvent traitée, car les dimensions « de nos figurines ne se prêtent pas à une présentation aussi com- « plexe. On ne pourrait, dans ce cas, fixer nettement des traits, « alors que l'on se propose précisément de les honorer. Il faut donc « une effigie, qui pourrait cependant comporter une partie du corps « permettant de conserver à l'héroïne ses attributs guerriers. Et si « c'est une effigie, il est désirable surtout de la placer dans un beau « cadre approprié et de ne pas retomber dans l'erreur des timbres « Pasteur et Marcelin Berthelot ».

Concours de 1927. — A l'exception de trois vignettes de la Caisse d'amortissement émises en taille douce, tous les timbres que nous venons d'examiner furent imprimés typographiquement ; dans une étude précédente, nous avons indiqué les raisons de ce choix. Nous savons également que l'art. 79 de la loi de finances du 26 mars 1927 autorisait la Caisse autonome d'amortissement à faire l'avance à l'administration des Postes de l'installation nécessaire à l'impression de timbres-poste en taille-douce.

Il fut alors décidé que les vignettes de grand format, du type Luc-Olivier Merson, seraient remplacées, au fur et à mesure des possibilités de fabrication, par des timbres imprimés en taille douce. Pour le choix des sujets, l'administration tint compte des suggestions d'une grande société de tourisme qui proposait, dans un but de propagande touristique, l'édition de beaux sites ou monuments de France.

En collaboration avec la direction des Beaux-Arts, un concours restreint fut ouvert. Les sujets imposés aux artistes concurrents furent les suivants :

le pont du Gard, pour le timbre de 20 francs,
le port de la Rochelle, pour le timbre de 10 francs,
le mont Saint-Michel, pour le timbre de 5 francs,
la cathédrale de Reims, pour le timbre de 3 francs,

l'arc de triomphe de l'Etoile, pour le timbre de 2 francs.

Bien entendu, il ne pouvait être question d'une reproduction purement photographique, sinon l'intervention d'un artiste eût été inutile : on demandait aux candidats une interprétation qui mît le mieux en valeur les sujets choisis et aussi une présentation qui permît la disposition des légendes obligatoires. Tout en respectant le caractère des sites ou monuments à représenter, le concours permettait donc aux artistes la plus grande liberté de composition et d'exécution. Or, par la taille douce, ils étaient certains d'obtenir, comparativement avec la typographie, une réalisation plus exacte, plus de finesse et plus d'intensité dans l'effet choisi, et il leur devenait dès lors possible de recourir à une exécution beaucoup plus libre.

Le pont du Gard. — Le dessin du pont du Gard présenté par Cheffer fut choisi et, comme cet artiste est graveur au burin sur acier, la gravure lui en fut confiée. On se trouvait donc dans des conditions particulièrement favorables pour obtenir un heureux résultat. En effet, pour l'interprétation de son œuvre, le dessinateur n'avait pas à craindre des idées personnelles du graveur risquant de dénaturer le sentiment, l'esprit dans lesquels elle avait été conçue. Autrement dit, personne ne pouvait, mieux que lui, traduire fidèlement sa pensée. Ainsi, dans cette œuvre, l'artiste a pu mettre son double talent de dessinateur et de graveur. Le succès fait au timbre a d'ailleurs confirmé l'un et l'autre.

Nous connaissons tous le pont du Gard, soit pour l'avoir admiré sur place, soit pour en avoir vu des reproductions. On sait qu'en réalité ce pont est un aqueduc, construit par les Romains en vue d'amener à Nîmes les eaux de la fontaine d'Eure : trois étages superposés enjambent la vallée du Gard.

Dans ses reproductions, cette œuvre est généralement représentée de trois quarts. Pour sa composition, l'artiste a pensé qu'en la plaçant de face, en plein milieu, il lui donnerait un aspect plus imposant. Et, pour accentuer encore cette note, il a con-

centré toute la lumière sur la totalité de ses arches, en laissant les deux rives de la rivière plongées dans l'ombre, puis en leur donnant une importance qu'elles n'ont peut-être pas en réalité. D'ailleurs, nous le répétons, dans ce concours, il ne s'agissait pas de reproductions photographiques banales, mais d'interprétations artistiques cherchant à mettre en valeur le sujet principal et à retirer de l'ensemble le maximum d'effet. Il semble bien ici que l'artiste y soit parvenu par sa compréhension d'un site dont il a su traduire avec émotion et la grandeur de l'œuvre humaine et la poésie de son cadre naturel. La présentation de la composition ajoute encore au charme du sujet, qui est figuré sous un portique d'une grande simplicité. Un linteau, reposant sur deux colonnes de pierres cubiques jointoyées, porte la légende RÉPUBLIQVE FRANÇAISE. De chaque côté, deux cartouches carrés contiennent la valeur, qui se répète. Sur le flanc droit de la vallée, se détache le mot POSTES. Ce beau timbre a été émis au mois de mai 1929.

Le port de la Rochelle. — C'est encore un dessin de Cheffer qui eut les préférences du jury pour le port de la Rochelle, et cet artiste en exécuta également la gravure. Nous retrouvons donc les conditions d'exécution favorables déjà signalées pour le type précédent.

Le port de la Rochelle est un autre joli coin de notre pays ; aussi divers artistes l'ont-ils fixé sur leur toile, plus ou moins heureusement, il est vrai, et suivant leur talent. Nous avons notamment le souvenir d'avoir admiré l'un de ces tableaux, signé Petitjean, qui figura longtemps au musée du Luxembourg. Nous n'avons cependant pas l'idée d'opposer ce dernier, qui est une peinture, au dessin de Cheffer, que nous goûtons fort également. Nous voulons simplement souligner que ce site, très « vieille France », se prête merveilleusement à toutes les traductions artistiques. Le port qui, historiquement, est célèbre par le siège qu'en fit Richelieu en le fermant d'une digue dont il reste encore des vestiges, est commandé par deux tours visant à l'effet romantique et dont Cheffer n'a pas manqué de tirer parti. Au surplus, ces deux tours s'impo-

saient, pour donner un soutien très solide à la composition et faire valoir la partie de la ville que l'on aperçoit au centre du sujet. Puis, pour bien situer le caractère du lieu et donner à ce port toute son importance commerciale, l'artiste a voulu figurer à l'avant le trafic des bateaux morutiers qui animent à une certaine époque de l'année ce centre actif de pêche maritime.

Si le dessin original de Cheffer réunit la majorité des suffrages du jury, il y eut unanimité pour lui demander de revoir le cadre initial, qui parut un peu maigre. Il était formé d'un motif de poissons stylisés à l'excès, donnant, il est vrai, une note de couleur locale, mais dont la composition ne concourait réellement pas à l'harmonie de l'ensemble. Cheffer eut alors l'idée de remplacer les poissons par les maillons d'une chaîne, qui forment un effet décoratif très simple, s'apparentant naturellement au sujet. On peut même dire que l'idée est fort heureuse, puisque l'on voit encore, au musée de la Rochelle, la dernière grosse chaîne qui, autrefois, était tendue entre les deux tours pour barrer l'entrée du port. A l'avant de la composition, un cartouche contient les mots RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, et de chaque côté, dans un écusson rectangulaire, figurent le mot POSTES et les chiffres de la valeur. Le succès de ce timbre, émis en juillet 1929, n'a pas été moindre que celui du pont du Gard. Enfantées par le même artiste, artiste qui porte en soi le double talent de dessinateur et de graveur, ces deux vignettes ont un caractère d'art indéniable, qui ne pouvait manquer d'être apprécié.

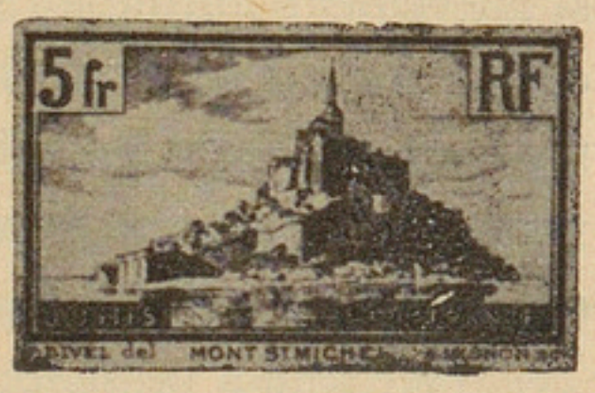
Il y eut cependant une note discordante pour le port de la Rochelle, sous la forme d'une polémique de presse visant la composition elle-même. Dans un premier article, on reprochait de ne pouvoir distinguer si le sujet représente l'entrée du port ou la sortie ; on critiquait l'abondance des bateaux et aussi la hauteur des mâts par rapport aux tours. Dans un deuxième, un « vieux Rochelais » venait au secours du dessinateur en justifiant la présence de nombreux bateaux, la hauteur des mâts ; mais il confondait l'église St-Sauveur, visible au milieu de la composition, avec la tour de la Lanterne, qui ne figure pas dans le dessin, d'où il concluait à l'inversion du site, inversion due sans doute à une étourderie de l'ar-

tiste ou à une négligence de l'administration. Cheffer n'eut pas de peine à défendre sa composition, qui représente rigoureusement l'entrée du port vue de la mer, chaque chose étant à sa place, y compris les bateaux, et ceux-ci représentés avec un souci élémentaire de la perspective.

Si nous avons rapporté un peu longuement cet incident, c'est pour montrer la légèreté avec laquelle sont faites certaines critiques, pouvant jeter le discrédit sur une œuvre consciencieuse. Tant qu'il s'agit de la discuter au point de vue artistique, toutes les opinions sont libres de s'exprimer si elles sont raisonnables et de bonne foi. Personnellement, nous jugeons les critiques nécessaires : elles sont le meilleur stimulant au mieux-faire ; mais nous les déplorons quand, par un besoin de dénigrement systématique, on va jusqu'à travestir les faits ou les états de fait indiscutables.

Le mont Saint-Michel. — Pour le mont Saint-Michel, le premier prix fut attribué à un dessin de Bivel, et la gravure confiée à Abel Mignon.

L'artiste nous a exposé les considérations qui ont présidé à l'établissement de sa composition. Sa préoccupation première fut de rechercher l'effet décoratif le mieux adapté au sujet. Le mont Saint-Michel, dont l'architecture est cependant solidement plantée sur le roc, donne plutôt un aspect de suprême élégance : élégance solitaire et pleine de charme. La finesse de cette silhouette dressée vers le ciel, un peu perdue dans l'immensité du cadre, étonne et séduit. Pour donner une impression exacte de ce site rare, il lui parut indispensable, à côté du pittoresque échelonnement des maisons, de l'indication des arbres qui ajoutent à la séduction de l'île, et de la représentation exacte de l'architecture militaire et monastique qui en fait un des monuments les plus remarquables de notre pays, il lui parut indispensable de faire comprendre la situation du mont Saint-Michel. C'est pourquoi l'artiste a donné une assez grande place au ciel et à l'eau, qui ajoutent, en réalité, beaucoup à sa poésie, puis, a choisi un éclairage qui mette en relief tout ce qui lui paraissait utile de



ne pas négliger. Il faut convenir que l'artiste a admirablement traduit sa vision de la Merveille. Ce n'est pas une copie étroite du mont : c'est surtout une silhouette agrémentée des seuls détails affirmant son caractère architectural si particulier et son isolement dans l'immensité. Et si le ciel de sa composition est résolument vaste, du moins l'a-t-il moutonné de nuages plus ou moins légers afin d'en atténuer la sèche uniformité.

Le site est enfermé dans un cadre formé seulement d'un double trait. Dans les angles supérieurs, deux cartouches rectangulaires contiennent la valeur et le monogramme RF, se détachant sur fond blanc. Comme réplique, aux angles inférieurs, deux bandes à fond mat portent en blanc les mots POSTES et FRANCE. L'ensemble a été visiblement élaboré dans un grand souci de simplification ; par là même, le sujet n'en acquiert que plus de valeur artistique. Et puis aussi la sobre conception d'un site de cette importance a facilité la tâche du graveur. Ceci ne diminue d'ailleurs en rien le rôle de Mignon, qui a été un traducteur fidèle de l'idée de Bivel. La collaboration de ces deux artistes réputés nous a donné cette ravissante petite estampe, qui a été émise avec un succès légitime au début de l'année 1930.

La cathédrale de Reims. — C'est à un agent de notre administration, M. Vérecque, que l'on doit le dessin primé de la cathédrale de Reims. La gravure en fut confiée à Dézarrois.

Bien entendu, il ne pouvait être question, pour les concurrents, de présenter dans l'intégralité de ses détails le monument admirable qu'est cette église, ce chef-d'œuvre gothique du XIIIe siècle si gravement mutilé au cours de la dernière guerre : pour chacun des détails, dont la sculpture est d'ailleurs digne de l'antique, il faudrait un dessin spécial pour en faire admirer la beauté. Il ne pouvait donc s'agir que de silhouetter, pour ainsi dire, une cathédrale où tout est gracieux, élancé, transparent même.

Vérecque a présenté la façade principale du monument légèrement vu de biais, se bornant obligatoirement à noter les ligne architecturales principales ; et ce biais nous donne, en perspective, une idée de la profondeur de l'église, qui est l'une des plus grandes, sinon la plus grande des cathédrales de l'époque. Cette silhouette,

d'une élégance naturelle, pleinement éclairée, s'élance du parvis, également éclairé, et se détache sur un fond sombre formé d'un grisé. Dans le dessin présenté, elle était entourée d'un cadre ogival, la partie supérieure de l'arc étant masquée par une banderolle portant le mot POSTES. Les côtés latéraux et inférieur, ainsi que les coins limités par l'arc, étaient ornés de feuilles et de branches de laurier. Au dessous du parvis, étaient inscrits les mots RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, et la valeur insérée dans un écusson empiétant sur le côté de la cathédrale. L'avis unanime du jury fut que le cadre ne s'adaptait pas au sujet, et le dessinateur fut invité à présenter une autre composition. On eut alors celle du timbre en service, qui est de beaucoup la plus heureuse. Le cadre ogival est respecté, mais il est formé de vieilles pierres, l'arc reposant sur deux colonnes. Dans les coins supérieurs, le monogramme RF se répète ; dans un cartouche occupant toute la base et de forme à peu près rectangulaire, sont disposés la valeur, les mots POSTES, FRANCE et CATHEDRALE DE REIMS.

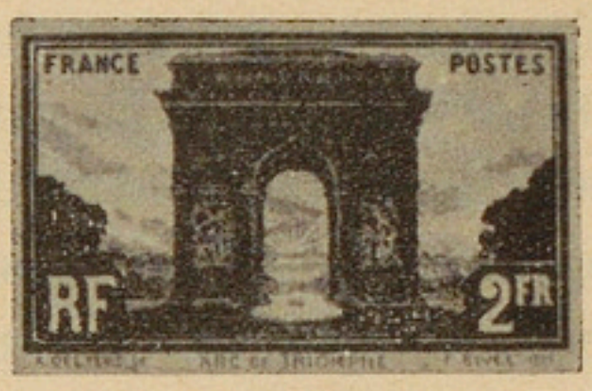
La composition est parfaitement homogène ; le monument est placé dans un cadre s'alliant à son style et les indications de service sont bien équilibrées. Le graveur Dézarrois a su interpréter finement ce chef-d'œuvre d'architecture et de sculpture médiévales. L'émission a eu lieu à la fin de l'année 1930.

L'arc de triomphe. — Enfin, pour l'arc de triomphe, c'est encore un dessin de Bivel qui fut choisi. La gravure en fut confiée à Delzers.

L'artiste nous a fait part de ses hésitations pour traiter ce sujet. L'arc de triomphe de l'Etoile devait, en tenant compte de ses lignes harmonieuses et bien équilibrées, donner avant tout une impression de grandeur et de majesté. Un premier dessin, entièrement terminé, exprimait mal ces caractéristiques. Un soir qu'il remontait l'avenue des Champs Elysées, hanté par le moyen de présenter une composition meilleure, il vit l'arc de triomphe détacher sa noble silhouette sur la lumière du soleil couchant. A ce mo-

ment, s'enlevant en force sur un ciel d'or, il lui parut réellement dominer la ville, dont la valeur s'estompait à ses pieds ; l'artiste eut alors l'impression que la traduction de cet effet donnerait seule la grandeur et la majesté recherchées. Et, dans la nuit, il fit la maquette qui devait réunir les suffrages.

Dans la composition, l'arc de triomphe de l'Etoile est donc présenté rigoureusement de face, vu du haut de l'avenue des Champs Elysées. Sa silhouette, qui tient toute la hauteur du timbre, se dresse au centre du monticule naturel qu'est la place de l'Etoile. De chaque côté, une masse sombre figure le feuillage des arbres qui bordent l'avenue. Au bas de cette masse, dans les deux angles inférieurs, se trouve un cartouche contenant, celui de gauche, le monogramme RF, celui de droite la valeur. Au fond de l'horizon, juste dans l'axe du monument, est figuré le soleil couchant, dont les rayons éclairent d'une tache blanche le tombeau du soldat inconnu. A l'arrière plan, également, les immeubles bordant la place, et la trouée, en perspective, de l'avenue de la Grande Armée. Dans le ciel, où se détachent en haut les mots FRANCE et POSTES, quelques nuages légers sont épars. Dans le cadre, nous retrouvons la sobriété déjà constatée dans le dessin du mont Saint-Michel : c'est que l'artiste est parti de cette idée que, dans un site, pour permettre au sujet principal de frapper les yeux à la manière d'une affiche, par exemple, il devenait nécessaire de rechercher et de mettre en valeur le côté décoratif, puis de donner à ce sujet principal la plus grande place possible dans les limites imposées ; il en découlait que l'encadrement devait être réduit au minimum, d'où réduction ou suppression des motifs d'entourage et place restreinte aux légendes de service. Et si l'on considère l'ensemble de ce timbre, mis en vente le 1er septembre 1931, on retrouve l'application heureuse de l'idée générale de l'artiste et des principes qui l'ont guidé dans la présentation du sujet. On peut dire en un mot que Bivel a su placer, dans son atmosphère, un monument symbolique entre tous.



Quant à la gravure, elle fait honneur à Delzers, qui, dans l'interprétation d'autres œuvres, avait déjà montré la délicatesse et la vigueur de son burin.

Au sujet de la position du soleil sous l'arche principale du monument, il nous paraît intéressant de reproduire la fin d'un article publié par *Excelsior* sous la signature d'Albert Acremant :

L'artiste y a représenté le soleil, qui se couche juste dans l'axe de l'arche centrale de l'Etoile.

Fantaisie décorative ! diront bien des profanes. Je circule couramment sur la place de la Concorde ou aux Champs Elysées. Jamais je ne vois le soleil se coucher derrière l'Etoile. Tandis que fréquemment, en allant sur le pont, devant la Chambre des Députés, je l'aperçois qui déploie toutes ses splendeurs derrière le Trocadéro...

Eh bien, les profanes se tromperaient en parlant ainsi. L'artiste qui a dessiné le nouveau timbre de deux francs, M. Bivel, a exprimé ce qui est la vérité, mais seulement une fois par an.

La nature a de ces coïncidences prodigieuses. Chaque année, juste le jour anniversaire de la mort de Napoléon Ier, c'est-à-dire le 5 mai, le soleil se couche exactement derrière l'Arc de Triomphe de l'Etoile et rigoureusement dans l'axe de la porte de Gloire.

Il ne devrait jamais pleuvoir ce soir-là.

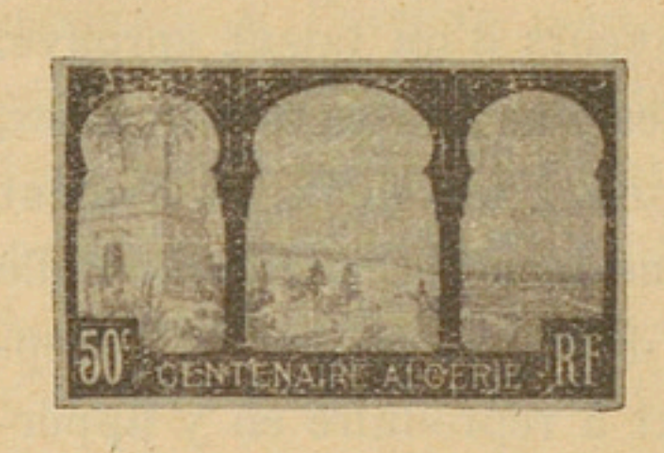
La série de ces cinq timbres en taille douce a été fort bien accueillie. D'abord le choix des maquettes, par le jury, avait été heureux, ce qui était déjà une première chance de succès. Puis leur reproduction fut confiée à des graveurs d'un talent éprouvé, ayant obtenu au cours de leur carrière les plus hautes récompenses, et, circonstance qui n'a pas moins de prix à nos yeux, ils avaient déjà fait leurs preuves dans la technique bien spéciale de la taille douce sur acier. Le résultat ne devait donc pas donner de déception. Chacun d'eux a interprété le sujet à reproduire en y apportant sa compréhension, sa manière de voir, de sentir, de traduire : il l'a marqué, en un mot, de sa personnalité. Et ceci, précisément, constitue la caractéristique de ces productions : à la base, il y a le métier, qu'il est évidemment indispensable de connaître ; mais il y a aussi le cerveau, la sensibilité de l'exécutant, qui le guident dans ses applications, d'où l'aboutissement à une diversité de notations, d'effets, de sentiments que l'on retrouve généralement dans les manifestations de l'art français, car celui-ci est profondément individualiste. Il ne s'enferme pas, en effet, dans des formules rigides, mécaniques, impersonnelles, qui étouffent la vie et communiquent aux œuvres une froideur standardisée. Ces considérations

trouvent tout particulièrement leur justification dans les belles estampes que nous venons d'examiner, y compris celles de la Caisse d'amortissement : les unes et les autres forment, pour ainsi dire, une synthèse de la gravure nationale.

Centenaire de la conquête de l'Algérie. — A l'occasion du centenaire de la conquête de l'Algérie, célébré en 1930, l'administration décida l'émission, à titre de propagande, d'un timbre spécial de 50 centimes, à mettre en service du 1er janvier au 1er juillet de cette année-là.

Le type choisi fut celui des vignettes de grand format en usage dans la colonie et représentant la baie d'Alger, vue, semble-t-il, de Kouba. L'auteur du dessin est Brouty et le graveur Hourriez. Cependant on adapta cette vignette aux circonstances, c'est-à-dire que la légende POSTES ALGERIE fut remplacée par CENTENAIRE ALGERIE, et on lui attribua de nouvelles couleurs : bleu pour le cadre et rouge pour le centre.

Le paysage qui constitue la composition est disposé dans un triptyque de style mauresque formant cadre. Le volet central est un peu plus large que les deux volets extérieurs ; les trois arcs formant voûte reposent sur des colonnes élancées. La gracilité de ces supports laisse apparaître l'ensemble du site : dans le volet gauche, une petite mosquée flanquée d'agaves et de cactus, à l'ombre de deux palmiers et située au sommet de la colline dominant la mer ; dans le volet central, sur un plan inférieur, des habitations arabes et quelques arbres du pays dévalent vers la mer ; dans le volet droit, la mer s'étale avec, au premier plan, la jetée protégeant le port d'Alger. Un ciel uniforme, fait d'un grisé, complète l'impression d'un pays de soleil.



La présentation de ce timbre est réellement originale et sa gravure fait honneur à Hourriez, digne élève de Mouchon. Nous ne savons comment il fut accueilli en Algérie lors de son émission ; mais, lorsqu'il fut employé temporairement en France, sa compo-

sition et son exécution ne donnèrent pas lieu à critiques. Tout au plus avons nous lu que l'Etat aurait pu faire les frais d'un timbre spécial au lieu de se servir d'une vignette de la colonie ; mais ceci n'a rien à voir avec la valeur du sujet.

Poste aérienne (type P.-A. Laurens). — Depuis un certain temps, les sociétés philatéliques demandaient à l'administration la création d'un timbre réservé à l'affranchissement de la correspondance transportée par avion. Elles arguaient de ce que la plupart des pays étrangers utilisent, dans cette circonstance, une vignette spéciale, et que la France se devait d'en faire autant. A la fin de 1928, l'Union aérophilatélique avait même organisé un concours entre dessinateurs en vue d'offrir à l'Etat une maquette de timbre pour la poste aérienne qui aurait reçu les suffrages d'un jury. A cette demande et à ces bons offices, l'administration avait tout d'abord répondu que, les taxes postales aériennes étant extrêmement variables, la création d'un timbre spécial, de valeur fixe, ne répondait à aucun besoin. Puis, en 1929, elle décidait la création d'un timbre de 1f,50, de grand format, et elle confiait l'établissement du dessin au peintre Paul-Albert Laurens. Il devait, tout d'abord, être imprimé en typographie ; en réalité, il fut tiré en taille douce, et mis en vente au début de 1930. La gravure en fut confiée à Abel Mignon.

Dans sa composition, le dessinateur ne pouvait guère se dispenser de figurer le nouveau mode de transport des correspondances. Il a donc placé un avion, un monoplan, survolant le port de Marseille, allant de l'est à l'ouest. A gauche, émergeant des rochers qui couronnent la colline dominant la ville, se profile Notre-Dame de la Garde, vue presque entièrement ; à l'avant, sa tour carrée, surmontée d'une statue de la Vierge, s'élance vers le ciel comme un minaret ; elle fait aussi figure de proue, entraînant le vaisseau de l'église et aussi l'abside, coiffée d'une coupole dont la moitié seulement est visible. A la base du monument, s'étale le vieux port, avec les maisons qui bordent le

quai occidental aboutissant au fort Saint-Jean, dont on voit la tour ; sont visibles aussi les pylones du pont transbordeur. Dans le lointain, la mer, avec une esquisse de la grande digue de la Joliette et, plus à droite, la silhouette de la cathédrale. Tout à fait à l'avant, la partie supérieure de massifs d'arbres. Le panorama est complété par un ciel moutonné dans lequel vrille l'hélice de l'avion. La composition est entourée d'un cadre dentelé ajouré. En haut, sur le linteau, se superposent de larges ailes éployées, sur lesquelles se détache le mot FRANCE. En bas, se lisent les mots POSTE AERIENNE ; dans le coin gauche, un pigeon, dans l'attitude du vol, tient dans son bec une correspondance ; à droite, dans un cartouche elliptique, sont placés les chiffres de la valeur.

De cette belle maquette, si bien ordonnancée par son talentueux auteur, le graveur a dû forcément émonder certains détails qui ne pouvaient trouver leur place, même dans un timbre de grand format ; d'autres n'ont pu qu'être esquissés. Les possibilités de la taille douce sont évidemment autres que celles de la typographie ; mais elle ont aussi une limite. On peut dire cependant que Mignon qui connaît bien toutes les ressources de cette gravure, les a appliquées avec sa maîtrise habituelle et qu'il a fidèlement interprété l'œuvre de Paul-Albert Laurens. D'ailleurs, ce timbre a été bien accueilli par le public et nous n'avons entendu aucune note discordante.

Exposition coloniale. — 1. *Type « Femme fachi ».* — Sur la demande du comité d'organisation de l'exposition coloniale internationale de Paris en 1931, l'administration décida d'émettre des timbres spéciaux, qui seraient mis en vente avant et pendant toute la durée de cette manifestation. Un dessin de Rigal, adopté par le comité, fut gravé par Abel Mignon, et l'émission comporta quatre valeurs : 15 centimes, 40 centimes, 50 centimes et 1f,50.

Une commission avait été appelée à donner son avis sur différents dessins présentés par des artistes. Elle examina également certaines maquettes déposées ou primées à un concours récent organisé par le ministère des Colonies. Aucun des sujets ne fut retenu ; mais, de l'avis général, il apparut qu'il était bien difficile

de synthétiser le rôle général de nos colonies dans une vignette qui, pour des raisons financières, devait être de petit format et comporter au surplus la légende « Exposition coloniale internationale de Paris 1931 ».

La commission suggéra alors de s'adresser à un artiste à qui le comité d'organisation de l'exposition donnerait les directives nécessaires. C'est ainsi que fut présenté à l'administration des Postes, adopté par ledit comité, mais non soumis à la commission un dessin de Rigal, désigné sous le nom de « Femme fachi », qui servit à l'émission projetée.

Le dessinateur, qui est incontestablement un artiste de talent, a stylisé, pour ainsi dire, la tête d'un beau type de négresse vue de profil, à la chevelure crêpue et abondante. Le sujet occupe la partie supérieure du timbre, sur un peu plus de la moitié, la partie inférieure étant réservée à la longue légende imposée que nous avons déjà indiquée et au monogramme RF, qui se répète. A l'angle supérieur droit, un cartouche rectangulaire, qui masque un peu la chevelure, contient la valeur. Servant de fond, devant le visage, est disposé un feuillage exotique. Le sujet est réellement original, et l'on peut dire que le graveur Mignon, par une gravure vigoureuse, un éclairage qui tombe sur le front et se dissémine sur les ondulations de la chevelure, le modelé de la figure, a obtenu le maximum d'effet que la typographie pouvait donner à une vignette de proportions si réduites.

N'empêche que cette émission fut accueillie par de virulentes critiques. Elles ont visé surtout le choix du sujet, dont l'administration a été, naturellement, rendue responsable. Nos possessions d'outre mer, a-t-on dit, sont dispersées dans l'univers. Elles sont habitées par des représentants des cinq races humaines. Il est inconcevable que l'on ait choisi un type nègre pour les symboliser, etc..., etc... Il faut bien reconnaître que cet argument ne manque pas de valeur ; mais, tout en admettant que le choix pût être plus judicieux, nous ne pouvons que souligner la difficulté d'établir, dans un tel format, un type d'une signification générale. Voilà pour-

quoi, au lieu du timbre désirable, on a, aux yeux de certains, une étiquette destinée, leur semble-t-il, à être employée en pharmacie pour clore les paquets de feuilles d'eucalyptus ou de toute autre plante médicinale exotique.

2. *Type en héliogravure.* — Les critiques dont les timbres « Femme fachi » avaient été l'objet amenèrent le ministre des Postes et Télégraphes à envisager, d'accord avec l'organisation de l'exposition coloniale, l'émission d'une nouvelle vignette de 1f,50. A ce sujet, n'a-t-on pas conté, sous le manteau, que le représentant d'une grande puissance ayant la réputation de ne pas aimer la race noire, serait intervenu en haut lieu pour signaler que ses compatriotes qui viendraient à l'exposition auraient la plus vive répugnance à envoyer à leurs familles des lettres portant officiellement une tête de négresse, fût-elle aussi séduisante que la Vénus hottentotte ? Si cela est exact, on eût pu répondre que l'emploi de Mme Fachi n'était pas obligatoire, les timbres de 1f,50 à l'effigie de Pasteur étant encore en service, et puis aussi que « charbonnier est maître chez soi ». Mais ce sont là des choses qui ne nous regardent point !

Quoi qu'il en soit, une nouvelle émission fut décidée, et, après avoir examiné l'éventualité de fabrications en typographie et en taille douce, demandant des délais jugés trop longs, le ministre confia, en avril 1931, à l'industrie privée, l'exécution de timbres-poste par le procédé de l'héliogravure. A cet effet, on choisit un dessin du peintre de la Nézière, qui présente sa composition en un diptyque géométrique dont les deux volets sont séparés par un large support central soutenant le frontispice. Dans ce support, formant une colonne trapue est figuré un flambeau, fiché entre les deux lettres du monogramme RF ; il est couronné de sa flamme et orné à la base d'un feuillage. Au dessous, disposés sur trois lignes, les mots : POSTES, 1f,50 et PARIS-1931. Dans le volet gauche, sont groupés six personnages debout, dont les regards sont tournés dans la direction du flambeau : au premier plan, un Annamite, en costume local,

porte sur l'épaule une tige de bois à laquelle sont suspendus deux plateaux creux disposés comme ceux d'une balance et remplis de fruits et de produits exotiques ; à l'arrière, les autres personnages, figés dans l'immobilité, sont revêtus des costumes des régions qu'ils représentent. Dans le volet droit, est figuré un autre groupe de cinq indigènes de nos colonies, habillés de costumes locaux : à l'avant, une négresse, le torse nu, soutient de ses bras relevés un récipient plein de coton qu'elle porte sur la tête ; l'attitude des autres personnages est la même que celle du premier groupe. Sur le frontispice, on lit : EXPOSITION COLONIALE INTERNATIONALE. L'ensemble de la composition est encadré d'un simple trait.

Le peintre de la Nézière est un artiste de talent réputé, qui s'est, pour ainsi dire, spécialisé dans la reproduction de paysages, de scènes et de types coloniaux. Il était donc particulièrement indiqué pour traiter un sujet qui lui est familier. Mais, pour traduire, telle qu'il l'a conçue, une synthèse de nos colonies, à ethnographies si diverses, il lui eût fallu une fresque, alors qu'il n'avait qu'un timbre-poste, fût-il imprimé en héliogravure. Et c'est là l'erreur que nous avons eu si souvent à relever au cours de cette étude : trop de complexité dans la composition.

Quoi qu'il en soit, on voit l'idée qui a guidé l'artiste : le flambeau, au centre, c'est la France, l'une des nations les plus civilisées, qui a répandu au loin les bienfaits qu'elle-même a retirés de sa longue évolution toujours orientée vers plus d'humanité. Autour de ce flambeau, de la France dispensatrice, les représentants des peuples bénéficiaires sont accourus, apportant l'offrande de leurs produits, de leurs concours. Il nous a même semblé lire, sur la maquette originale, dans les regards et les attitudes des personnages, un sentiment de reconnaissance et d'admiration ; évidemment, on ne peut le voir dans le timbre lui-même : ce ne sont plus là que de vagues silhouettes, d'où émergent des têtes plus vagues encore. Or, circonstance aggravante, le procédé employé pour l'impression, l'héliogravure, avec son quadrillé, sa trame de tonalités informes, ne pouvait insuffler au sujet la vie que, seule, la taille douce était capable de lui donner. D'ailleurs, il semble bien que l'émission de

ce timbre ait eu lieu dans l'indifférence générale. N'aurait-il donc pas satisfait les protagonistes du procédé ? Nous n'avons pas davantage entendu parler des réactions de nos amis qui n'aiment pas la race noire ; elle est cependant largement représentée dans la composition, et même la gracile négresse de droite ne nous laisse rien ignorer de ses grâces naturelles.

Considérations sur l'héliogravure et la taille douce. — Dans une étude précédente, nous avons indiqué notre sentiment personnel sur l'héliogravure. On sait que ce procédé ne nous paraît présenter aucune sécurité au point de vue des falsifications toujours à craindre. Cette raison seule devrait donc éliminer systématiquement son emploi pour l'impression des valeurs fiduciaires. Mais il y en a une autre : c'est le côté artistique. A ce sujet, nous connaissons des appréciations qui feraient sourire si elles étaient uniquement exprimées par des personnes n'ayant aucune formation intellectuelle ; mais il y en a d'autres qui connaissent la valeur des mots, qui savent discerner une œuvre d'art d'un chromo, et qui admirent, de bonne foi certainement, des vignettes en héliogravure en tant qu'œuvres artistiques... ; alors cela devient pénible. Mais, de grâce, que l'on ne nous parle pas d'art là où il n'a rien à voir, où il n'existe pas. Que l'on ne nous dise pas : enfin, voilà un beau timbre, qui montrera à l'étranger que la France est encore digne de son renom artistique. Pense-t-on réellement que les étrangers sont à ce point ignorants ? En matière d'impressions, ils savent aussi bien que nous faire la distinction entre une œuvre artistique originale donnée par la taille-douce, par exemple, et une reproduction photographique en couleur obtenue par l'héliogravure tramée. Ils ne verront certainement pas dans cette émission une manifestation du bon goût habituel français et des qualités naturelles de l'esprit de la race. On va donc, aveuglément, à l'inverse du but que l'on se proposait.

En cette matière, il nous a semblé intéressant de rechercher les origines de l'erreur d'appréciation que nous essayons de mettre en lumière. Elle provient, d'une part, de la confusion qui est dans l'esprit de certains relativement à ce qu'il faut entendre par « art »

et, d'autre part, de la propagande intense faite par ce que nous appellerons les « orfèvres » de l'héliogravure.

Si nous consultons un dictionnaire Larousse, nous lisons que l'art est « l'application de connaissances raisonnées et de moyens spéciaux à la réalisation d'une conception » ; qu'il est aussi « l'ensemble des moyens que l'homme emploie pour exciter des sensations, des sentiments, en particulier le sentiment du beau ». Où trouve-t-on, dans une reproduction photographique en couleur, la réalisation d'une conception ? Il y faut vraiment de la bonne volonté. Pour nous aider, on nous fait remarquer qu'à l'origine il y a un dessin ou une peinture. Tant que ceux-ci sont sur le papier, sur la toile, qu'ils soient bons ou mauvais, ils constituent évidemment des manifestations artistiques ; mais leurs reproductions perdent nettement ce caractère si elles sont obtenues par des moyens photo-mécaniques, c'est-à-dire si le procédé seul intervient. Pour que la reproduction d'une œuvre d'art pictural, par exemple, soit elle-même une œuvre artistique, il faut, il est indispensable que cette peinture soit l'objet d'une interprétation guidée par l'esprit et la main du graveur. Suivant la définition du Larousse, cet artiste fait « application des connaissances raisonnées » qui constituent sa technique : en collaboration avec son cerveau, son imagination, son sens personnel du beau, elles guident sa main et la conduisent, toujours, suivant Larousse, à la « réalisation d'une conception ». Et cela est tellement vrai que, reproduisant un même tableau, tout en le respectant rigoureusement, plusieurs graveurs en feront autant de reproductions différentes. Chacune d'elles aura son caractère propre, sa personnalité. Ce ne sera plus une copie mécanique servile : ce sera de l'art, au sens élevé et réel du mot. Nous avons tous vu des reproductions des chefs-d'œuvre de nos musées. Les unes, imprimées en similigravure ou en héliogravure, c'est-à-dire par des procédés photomécaniques, sont ordinairement éditées dans le commerce. Il ne viendrait à personne l'idée de leur attribuer une valeur artistique quelconque : ce sont des chromos. Les autres sortent notamment de l'atelier de chalcographie du Louvre, où elles ont été gravées sur des planches de cuivre par des artistes qui ont apporté à la traduction de l'original le

charme personnel de leur interprétation : ce sont des œuvres d'art.

Ces considérations sont basées sur un état de fait qui nous paraît incontestable. Les maisons d'héliogravure n'en ont pas moins contribué pour beaucoup à la diffusion de cette idée que leurs productions sont, suivant leurs dires, des œuvres artistiques et modernes par excellence. Nous venons d'examiner les raisons pour lesquelles nous leur dénions tout caractère d'art. Quant à être modernes, c'est indiscutable, le procédé ne datant que de quelques années. Mais, au surplus, le mot « moderne » n'exprime pas en soi une qualité. Il y a de belles choses modernes et nous en connaissons tous de bien laides. Et entre les qualificatifs « moderne » et « artistique », il y a souvent un fossé ; ou alors il faudrait admettre que les sièges, les tables, les meubles en tubes métalliques, par exemple, sont des choses artistiques, et aussi bien d'autres élucubrations, dans tous les domaines...

Est-ce à dire que nous ne reconnaissions aucune qualité aux impressions en héliogravure ? Cette idée n'est pas dans notre pensée. Nous les admirons, au contraire, sincèrement dans toutes les manifestations où l'on n'a pas la prétention de les substituer à l'art. Elles font merveille dans l'édition de la carte postale illustrée, les catalogues, l'imagerie religieuse et commerciale, etc..., etc... Le procédé, bien que l'un des derniers venus, a été rapidement très poussé et les productions de plusieurs éditeurs que nous connaissons bien sont vraiment remarquables. On ne s'étonnera donc pas que, pour les besoins de leur propagande, les maisons intéressées aient cherché à étendre leurs rayons d'action en empiétant sur le domaine artistique en bordure duquel elles travaillent. Ne dit-on pas qu'il y a plus d'acheteurs que de connaisseurs ? Il faut bien dire aussi qu'en l'absence de toute réaction de la part du monde artistique elles ont la partie belle pour orienter à leur profit les appréciations d'un public non averti. Il répugne sans doute aux artistes, gens rêveurs pour la plupart, d'entrer en lutte avec qui que ce soit. S'ils ne sont pas contents, voire même s'ils risquent d'être lésés, ils s'en plaignent entre eux ou ils exhalent leur amertume dans leurs revues, qui ne sortent d'ailleurs guère de leurs sphères. Dans cet ordre d'idées, qui touche d'ailleurs de très près à notre glose de l'héliogravure,

nous avons lu dernièrement dans une de ces revues, sous la signature du maître Sabatté, artiste peintre, les lignes suivantes :

Il n'y a pas d'œuvre d'art sans « mystère ». Qu'est-ce donc que le mystère ? Dans le sens de la foi, c'est une vérité que nous ne pouvons comprendre. En art, c'est à peu près la même chose : c'est une sensation éprouvée qu'on ne peut expliquer.

C'est une « vérité », mais qui n'est que l'expression de la « réalité » et qui n'est surtout pas cette « réalité » telle que la transmet le moyen mécanique, la photographie par exemple.

Il ne faut donc pas confondre cette « réalité » avec la « vérité ».

La « vérité », en art, c'est la transposition du réel par le style, le caractère, la matière, c'est-à-dire la trituration de la couleur, en somme une sensibilité qui nous émeut. La « réalité » c'est la représentation de la nature sans l'âme, le trompe-l'œil, l'effet théâtral et superficiel, le métier sans la pensée.

Après ces définitions rapides, on comprendra combien sont peu nombreux les « artistes » dignes de ce nom dans l'armée, toujours plus nombreuse, de ceux qui manient le pinceau, l'ébauchoir, le ciseau, le burin ou le tire-ligne.

Nous sommes à une époque où les moyens mécaniques font merveille. J'ai assisté, il y a peu de jours, à une séance de projections de films en couleurs ; j'ai vu défiler sous mes yeux des paysages, se mouvoir des figures avec une réalité déconcertante. Je pensais à part moi que beaucoup de peintres ne « voient » que cela ; et combien leur erreur est grande, car l'art n'est pas seulement dans la représentation de la nature, autrement beaucoup de gens pourraient en faire. Il y a autre chose, Léonard de Vinci l'a défini : celui qui croit que le but de l'art est de reproduire la nature, ne peindra jamais rien de durable, car la nature vit, mais elle n'a pas d'entendement...

Les artistes n'ont donc pas à craindre la machine, car plus celle-ci se perfectionnera, plus elle donnera l'illusion de cette nature elle-même, plus elle s'éloignera de l'art, et de ce fait plus elle élargira le domaine de cet art. Les moyens mécaniques ne seront préjudiciables qu'aux peintres de la « réalité », dont la production deviendra inutile, l'instantané faisant mieux qu'eux.

Ces considérations sur l'art émanant de telles autorités renforcent singulièrement nos modestes observations.

Observations générales. — De la revue que nous venons de faire, nous allons essayer de dégager quelques idées générales. D'abord une première constatation : tous les timbres-poste français ont été peu ou prou critiqués. Est-ce à dire que tous méritaient de l'être ? non, évidemment. Mais il en est de ces vignettes comme de toutes les créations et surtout de celles qui touchent à l'art : elles ne sauraient plaire à tous. N'avons-nous pas vu, dans le domaine artistique, les critiques les plus avertis nier les qualités de peintures, de sculptures universellement reconnues dans la suite ? Les timbres ne devaient donc pas échapper à la diversité et aussi à l'instabilité des appréciations. En eux, toutefois, il y a trois choses à considérer : la valeur de la maquette, son interprétation par la

gravure et le procédé d'impression. Le dessin peut être quelconque, banal même, et la façon dont il sera gravé peut le rendre supportable. Inversement, un chef-d'œuvre pictural, mal interprété, risque de glisser à la médiocrité. Pareillement, une bonne ou une mauvaise qualité d'impression peuvent concourir dans les deux sens à la valeur de l'ensemble.

Dans cette formule, nous avons à dessein envisagé les deux extrêmes pour souligner l'importance du rôle du dessinateur, du graveur et de l'imprimeur, d'où la nécessité de leur collaboration. Disons tout de suite qu'au cours d'une expérience déjà longue nous avons rarement vu se réaliser cette triple collaboration... ; et ceci explique bien des choses. C'est pourquoi, dans la revue *L'Art*, nous nous sommes permis de donner quelques conseils d'ordre technique aux artistes qui pourraient être appelés à dessiner ou graver des timbres-poste, indications que les *Annales des P.T.T.* ont d'ailleurs bien voulu reproduire. Nous ne les reprendrons pas ici ; nous voulons cependant les compléter.

La composition d'une maquette de timbres-poste présente des difficultés spéciales, même pour un artiste de talent. L'idée lui est imposée par les directives d'un concours ou elle est laissée à son imagination. Dans les deux cas, il s'agit de la concrétiser, de la traduire sur une surface aussi réduite que celle des vignettes postales. Il est certain qu'il n'établira pas son dessin à ces dimensions par trop ramassées ; il le fera à une plus grande échelle : les concours imposent généralement le coefficient huit. Et alors cet artiste, qui est souvent un peintre, qui travaille ordinairement sur des toiles de toute taille, sera naturellement tenté d'introduire dans sa composition tous les détails accessoires qui lui paraîtront le plus propre à la mettre en valeur. L'ensemble ainsi obtenu est séduisant ; il plaît à l'autorité ou au jury qui ont la décision du choix. On attend un beau timbre ; or, à l'exécution, c'est parfois, hélas ! un « navet » de plus ! Notez bien qu'il n'y a rien d'illogique dans le résultat. Quel que soit son talent, le graveur chargé de l'interprétation, qui, lui, travaille aux dimensions du timbre, devra sacrifier impitoyablement tous ces fameux détails, ces accessoires sur lesquels le peintre comptait pour l'effet recherché, et c'est souvent le désastre. Et,

s'il essaye de les respecter, le résultat est encore plus pitoyable.

Les possibilités de la gravure sont, en effet, très limitées quand il faut interpréter à de pareilles dimensions, surtout en vue du tirage typographique, qui est le procédé d'impression utilisé pour la plupart des timbres français. La gravure en taille douce, qui permet de grandes finesses relatives, offre plus de ressources, il est vrai, mais elle a aussi ses limites. Ces considérations doivent être le guide absolu du dessinateur. Avant tout, il devra connaître le mode de gravure envisagé, pour savoir ce qu'il peut faire et surtout ce qu'il ne doit pas faire. Dans tous les cas, le choix de la composition, la mise en page, et aussi l'effet doivent avoir une importance capitale dans la présentation. Et surtout, quel que soit le sujet traité, l'artiste doit s'en tenir systématiquement à un grand souci de simplification, seul capable de le mettre en valeur.

Quant à l'idée du thème même des sujets de timbres-poste, nous n'aurons pas l'impertinence de formuler des conseils rigides. Ici, l'horizon est immense : toutes les idées peuvent être bonnes ou du moins se peuvent défendre ; il suffit qu'elles soient traitées avec sobriété. Dans les pays à constitution monarchique, c'est généralement l'effigie du souverain qui figure sur les vignettes postales. Il y en a de très belles ; bien entendu, nous ne parlons pas des traits du monarque, mais de la présentation, des qualités du dessin, de la gravure et de l'impression. Il faut d'ailleurs reconnaître qu'une « tête » est vraiment le sujet qui s'adapte le mieux aux dimensions des timbres. Si elle a été établie avec l'observation rigoureuse des précautions, des conditions indispensables auxquelles il vient d'être fait allusion, un excellent résultat est certain. Dans cette catégorie, nous pouvons ranger également l'allégorie si elle est symbolisée par une tête. Mais nous crions casse-cou si elle est composée de plusieurs personnages, quelquefois en pied, comme nous le voyons trop souvent. Pareillement, s'il s'agit d'animaux, de sites, de monuments, de paysages, nous nous permettons de dire aux artistes : simplifiez, simplifiez. Traduire sobrement une idée par le crayon, sans tomber dans le schéma, est d'ailleurs une difficulté que beaucoup d'artistes ne peuvent surmonter, d'où notre conviction qu'un timbre-poste est une des petites

œuvres d'art dont la composition est la plus délicate à établir.

Pour le résultat maximum à atteindre, nous avons fait également allusion à la collaboration nécessaire de l'imprimeur. Le rôle de celui-ci est particulièrement ingrat dans un atelier d'Etat. Il peut évidemment prodiguer aux artistes les conseils de réalisation dictés par son expérience ; mais, s'il arrive qu'on les lui demande, il n'a pas toujours l'occasion de les donner : la plupart du temps, il se trouve en présence d'une maquette établie d'office. Il n'y a donc plus qu'à en tirer le meilleur parti possible, et ce n'est pas toujours aisé. Cependant admettons que la composition et la gravure soient parfaites. Pour en faire un beau timbre, l'imprimeur ne peut employer que le matériel et les matières mises à sa disposition par son administration. En ce qui concerne les presses à imprimer, l'Atelier français n'a rien à envier aux Etats étrangers ; nous n'en dirons malheureusement pas autant du papier utilisé chez nous.

Chacun sait que le papier a une importance prépondérante dans la qualité des impressions. En ouvrant un roman tiré sur un papier quelconque, on lit généralement, en tête, une mention analogue à celle-ci : « Il a été imprimé, sur papier du Japon, de Hollande ou autre, *x* exemplaires de cet ouvrage », ce qui signifie que, pour de belles impressions, il faut des qualités spéciales de papier. Or ce qui est utile pour le texte d'un livre est absolument indispensable pour des vignettes. Qu'employons-nous en France pour nos timbres-poste typographiques ? du papier de pâte de bois. Qu'utilise-t-on en Angleterre, par exemple ? du papier de pur chiffon. Voilà toute la différence, et celle-ci aussi explique bien des choses... Si, chez nous, on emploie la pâte de bois, c'est d'ailleurs par raison budgétaire ; en ce moment, c'est évidemment une considération sérieuse, car il y a un grand écart de prix entre les deux qualités de papier.

Nous avons lu ou entendu dire que les premiers timbres français étaient mieux imprimés que les timbres fabriqués actuellement. Rappelons-nous comment ils étaient imprimés au début : sur des presses à bras, comme le sont encore et obligatoirement les travaux artistiques, c'est-à-dire sur des appareils donnant le maximum de qualité. Le papier employé était également de pur chiffon. Il était donc naturel que l'exécution des timbres fût parfaite. D'autre part,

les besoins étaient relativement insignifiants et le matériel employé quoique d'un rendement très faible, suffisait à les satisfaire. Il est bien évident qu'il ne peut être question aujourd'hui de revenir à cet état de choses. Pour fixer les idées, si les quatre milliards de timbres qui sortent annuellement de notre Atelier étaient imprimés dans les conditions premières, il y faudrait employer 1335 presses à bras pendant les 300 jours de travail ! On fut donc obligé d'avoir recours, dans la suite, au fur et à mesure des nécessités, à des presses à fonctionnement mécanique, accéléré, dont la création est d'ailleurs relativement récente. Or on ne peut obtenir sur ces machines, qui roulent à grande vitesse, où notamment l'encrage, la pression, etc... sont mécaniques, automatiques même, la pureté et la régularité constatées dans l'exécution des premières émissions. Toutes ces considérations nous amènent à comprendre pourquoi les timbres typographiques français ne sont pas toujours ce qu'ils pourraient ou devraient être.

Pour ce qui est de nos timbres imprimés en taille douce, ils sont de création trop récente pour avoir une histoire de laquelle on puisse tirer des déductions. La composition de leur maquette, leur gravure sont tributaires également des directives que nous avons formulées ; à un degré moindre, cependant, puisque le mode de gravure présente plus de possibilités, plus de souplesse, donnant ainsi au dessinateur une liberté plus grande pour agrémenter le sujet traité. Quant à leur impression, nous en sommes à nos débuts et ceux-ci sont fort encourageants. Des progrès sont encore à faire : on les fera. Il ne s'agit ici que de tirages peu importants ; nous avons à notre disposition le papier de qualité requise, un matériel qui se perfectionne de jour en jour, et l'on peut compter sur le concours d'artistes graveurs de grand talent. Il ne faut pas que dans cette voie du moins, on puisse nous opposer telles ou telles productions étrangères ou commerciales.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de souligner aussi l'évolution de l'idée que l'on a eue successivement sur le rôle, la fonction du timbre-poste. A son origine, il ne fut considéré que comme un moyen commode, pratique de percevoir le prix du transport des correspondances, et il marqua, nous l'avons vu, un progrès important

sur l'ancienne organisation postale. On ne s'attacha donc pas outre mesure à sa composition au point de vue artistique : on rechercha surtout le procédé d'impression qui donnerait le maximum de sécurité en matière de falsification et l'on veilla à ce qu'il fût exécuté le mieux possible en vue uniquement de renforcer cette sécurité. C'était alors un article d'usage et de destination exclusivement postaux. C'était, en quelque sorte, un ticket, un billet, comme on en délivre aujourd'hui sur les lignes de chemins de fer, de bateaux, de tramways, etc... pour justifier, aux yeux des agents de ces compagnies, l'acquittement des prix des transports. Mais, dans la suite, certains esprits s'avisèrent que les timbres-poste pénètrant partout, dans tous les milieux et aussi à l'étranger, ils pouvaient être considérés comme un moyen idéal de vulgarisation, de propagande en faveur de l'art français, et aussi de publicité pour les beaux sites, les beaux monuments de notre pays, d'où les critiques, les campagnes, quelquefois intéressées, les croisades pour mettre la poste également au service de l'art national et des intérêts touristiques. Ce rôle n'est évidemment pas inconciliable avec celui qu'elle assume déjà de par son essence même ; mais, comme nous l'avons vu, il suffit d'y mettre le prix et aussi d'employer ce prix judicieusement. Par exemple, il ne faudrait pas que, sous couleur d'art, l'administration livrât au public des émissions qui n'en sont qu'un pastiche, tout en diminuant, par surcroît, sa sécurité.

Pour terminer, et surtout pour remercier le lecteur qui nous aura suivi jusqu'ici, nous allons nous permettre de lui donner un conseil. Il connaît certainement cette particularité des timbres-poste français : à l'exception de quelques émissions spéciales à durée limitée, aucun d'eux n'est démonétisé. Si, par exemple, en cherchant dans ses archives de famille ou dans son portefeuille il y trouve, oublié, un timbre d'un franc « vermillon vif » du tirage de 1849, il peut s'en servir sans crainte : sa lettre ne sera pas taxée... Cependant, qu'il n'en fasse rien : les dernières éditions de catalogues pour collectionneurs le cotent, en effet, 27.500 francs et son correspondant n'en pourrait plus espérer que 9.000 francs s'il était oblitéré ! Qu'il voie donc où est son intérêt ; mais, personnellement, nous ne sommes pas preneur...

LOCALISATION DES DÉFAUTS D'ISOLEMENT SUR LES CABLES PAR LA MÉTHODE DU DOUBLE MURRAY OU DU DOUBLE VARLEY,

par H. JANNÈS et L. SIMON,
ingénieurs des Postes et Télégraphes.

I. But de la méthode du double Murray ou du double Varley. — Dans les localisations par les méthodes classiques des boucles de Murray ou de Varley, on emploie un fil « sain ». On suppose toujours que l'isolement de ce fil par rapport à la terre et son isolement par rapport au fil mauvais sont très grands devant l'isolement du fil mauvais par rapport à la terre.

Or cette condition n'est pas toujours réalisée. En particulier, elle ne l'est pas dans les deux cas suivants :

a) Localisation d'un défaut très résistant : Dans ce cas, dès que l'isolement du défaut dépasse quelques mégohms, les mesures faites de chaque extrémité ne concordent plus ; au fur et à mesure que l'isolement du défaut augmente, si l'on augmente la tension utilisée et qu'on utilise un galvanomètre plus sensible, on peut continuer à trouver l'équilibre du pont ; mais la somme des distances de chaque station au défaut ne reproduit pas la distance réelle entre stations;

b) Localisation d'un défaut franc sur un câble dont l'isolement général n'est pas élevé : Dans ce cas encore, les mesures sont possibles à chaque extrémité, mais elles ne concordent pas.

Le but de la méthode du double Murray ou du double Varley [1] est de combiner les mesures faites dans chaque station et qui, prises séparément, ne conduisent à rien, pour en déduire la localisation exacte du défaut.

---

1. Pour la méthode du double Varley à bras égaux, voy. : HENNEBURGER et EDWARDS, *Bridge methods for locating resistance faults on cable wires* (dans *Bell system technical journal*, juillet 1931).

II. Rappel des méthodes de boucle. — On fait, à l'extrémité éloignée, une boucle entre le fil sain et le fil mauvais et on localise par l'une ou l'autre des méthodes de Murray ou de Varley.

1. *Boucle de Murray.* — La résistance de boucle étant $2l$, la

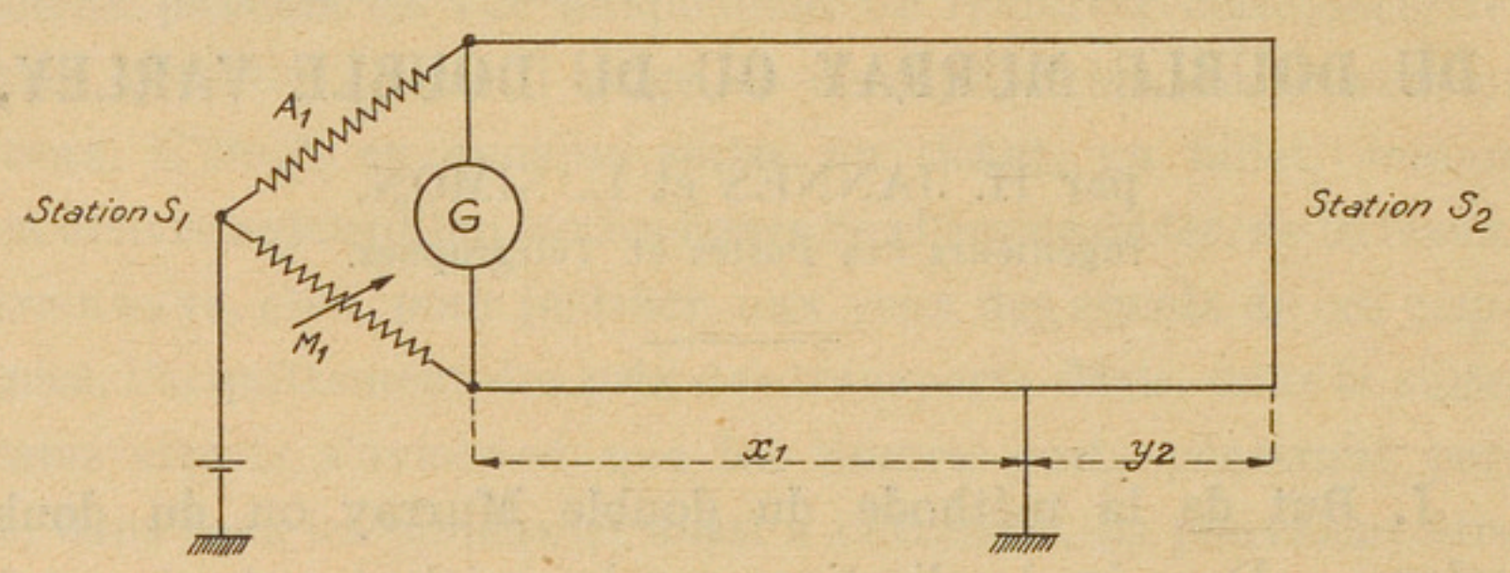


Fig. 1. — Boucle de Murray.

résistance x_1 du fil mauvais, de la station au défaut (fig. 1), est :

$$x_1 = \frac{2l\,M_1}{A_1 + M_1}, \tag{1}$$

et la résistance du fil mauvais, de la station éloignée au défaut, est :

$$y_2 = l - x_1 = l\,\frac{A_1 - M_1}{A_1 + M_1}. \tag{1'}$$

2. *Boucle de Varley.* — Le rapport des bras fixes, $\frac{A_1}{B_1} = n_1$,

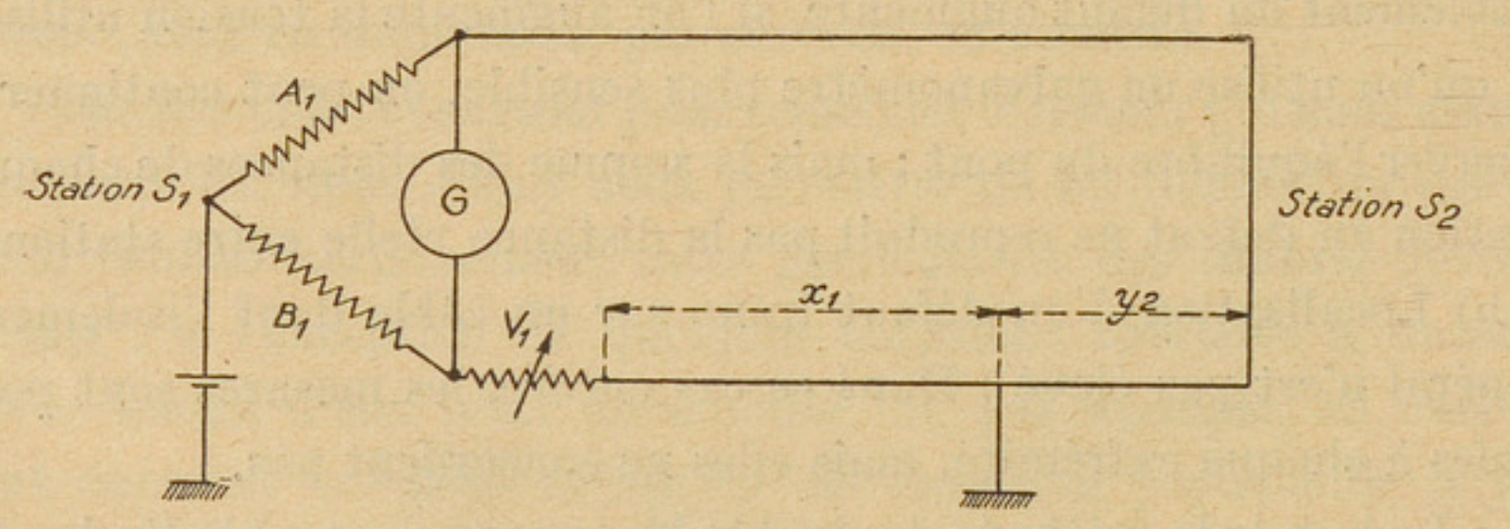


Fig. 2. — Boucle de Varley.

est lu directement sur le pont de Leeds et Northrup.

La résistance de boucle étant $2l$, la résistance x_1 entre la station S_1 (fig. 2) et le défaut est :

$$x_1 = \frac{2l - n_1\,V_1}{n_1 + 1}, \tag{2}$$

et la résistance y_2 du défaut à l'extrémité éloignée est alors :

$$y_2 = l - x_1 = \frac{n_1 V_1 - l(1 - n_1)}{1 + n_1}. \qquad (2')$$

Dans le cas où l'on utilise des bras égaux, la formule devient :

$$x_1 = l - \frac{V_1}{2}. \qquad (3)$$

Dans ce cas, y_2 est donnée par la formule très simple :

$$y_2 = \frac{V_1}{2}. \qquad (3')$$

III. Composition de plusieurs défauts sur un fil. — 1. *Remarque préliminaire : transformation d'un triangle en étoile.* — On

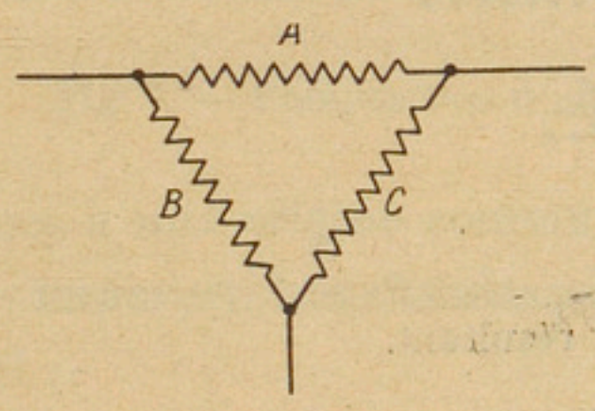


Fig. 3.

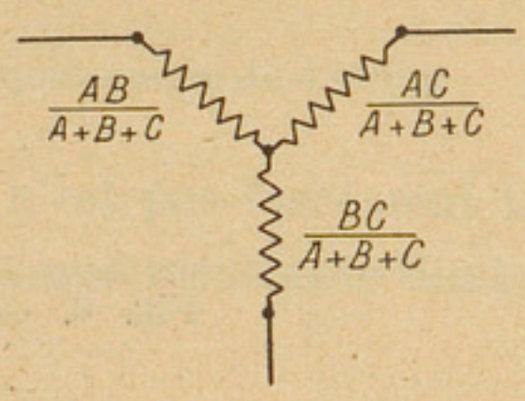


Fig. 4.

sait [1] qu'un réseau de résistances en triangle (fig. 3) peut être transformé en une étoile à trois branches (fig. 4).

2. *Composition de deux défauts d'isolement.* — Si un fil est affecté de deux défauts, de résistance A et B, situés le 1er à x ohms de l'origine, le 2e à y ohms de l'extrémité, ces défauts étant séparés par

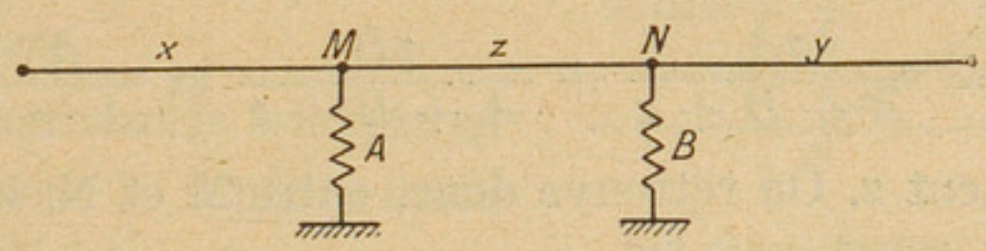


Fig. 5. — Composition de deux défauts d'isolement.

z ohms (fig. 5), le triangle A, B, z peut être transformé en une étoile, et le schéma devient celui de la figure 6.

Donc les deux défauts sont équivalents à un défaut unique

1. K.S. Johnson, *Circuits de transmission pour communications téléphoniques*, p. 301.

dont le point d'application P se trouve entre les points d'application des défauts composants.

Le rappoıt des résistances PM et PN est égal à :

$$\frac{\mathrm{PM}}{\mathrm{PN}} = \frac{\dfrac{zA}{A+B+z}}{\dfrac{zB}{A+B+z}} = \frac{A}{B}.$$

C'est le rapport des résistances des défauts composants, ou encore le rapport inverse de leurs admittances.

Si l'une des résistances A et B est grande vis à vis de la résis-

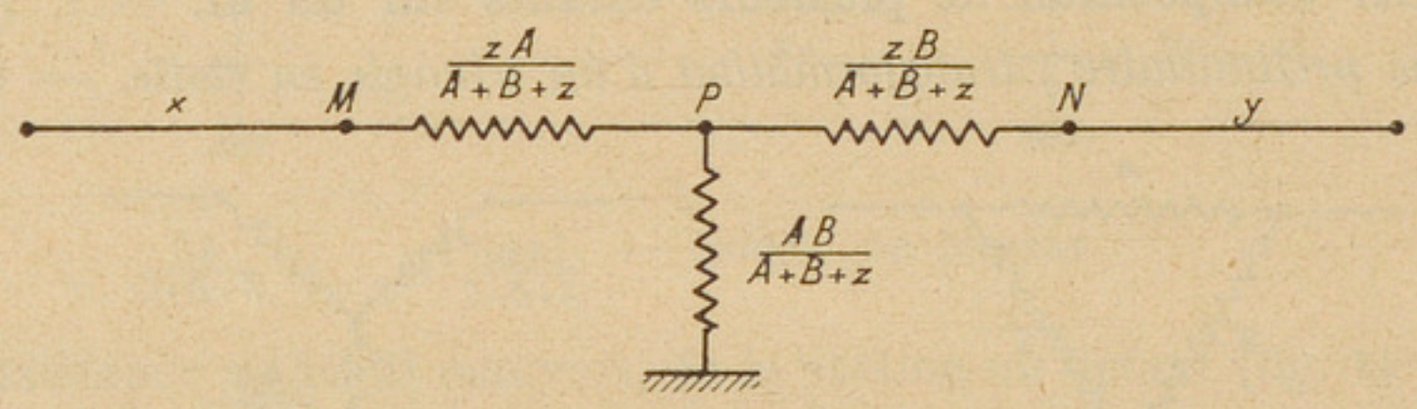


Fig. 6. — Défaut résultant.

tance z du fil qui les sépare, la grandeur et la position du défaut résultant sont données par des règles simples. En effet, dans ce cas, z est négligeable devant $A + B$, et la résistance du défaut résultant devient $\frac{AB}{A+B}$, autrement dit l'admittance du défaut résultant est la somme des admittances des défauts composants.

En outre, dans ce cas, la somme des résistances MP et PN, est égale à z. En effet :

$$\mathrm{MP} + \mathrm{PN} = \frac{zA}{A+B+z} + \frac{zB}{A+B+z} = \frac{A+B}{A+B+z}\,z,$$

soit sensiblement z. On retrouve donc, entre M et N, la résistance du fil compris entre les défauts composants, et le point d'application du défaut résultant divise la résistance de ce fil dans le rapport inverse des admittances.

On voit que, si en M et N se trouvaient deux masses $\frac{1}{A}$ et $\frac{1}{B}$, leur centre de gravité coïnciderait avec le défaut résultant.

D'où la règle : Deux défauts sont équivalents à un défaut unique situé au centre de gravité des défauts composants (chaque

défaut étant supposé affecté d'une masse fictive égale à son admittance).

3. *Composition d'un nombre quelconque de défauts.* — La règle s'étend immédiatement à un nombre quelconque de défauts. Un nombre quelconque de défauts d'isolement est équivalent à un défaut unique situé au centre de gravité des défauts (chaque défaut étant supposé affecté d'une masse fictive égale à son admittance).

Soient (fig. 7) α, β, γ les admittances des défauts et a, b, c leurs

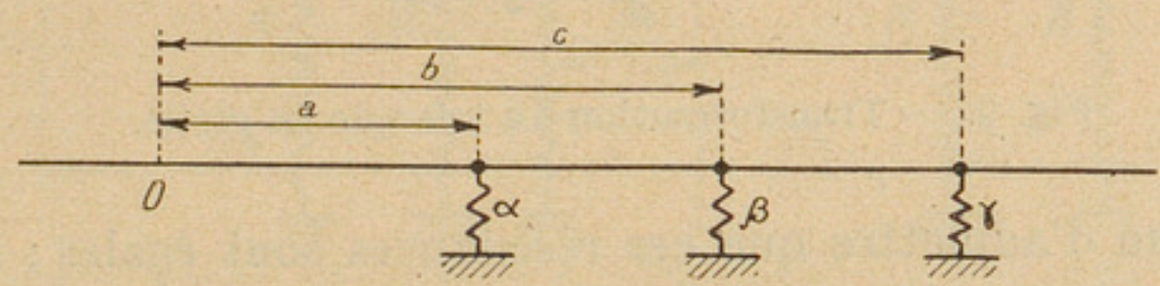


Fig. 7. — Composition d'un nombre quelconque de défauts.

distances à une origine commune (qui n'est pas forcément la station de mesures). Les défauts admettent une résultante dont l'abscisse est :

$$\frac{a\alpha + b\beta + c\gamma + \ldots}{\alpha + \beta + \gamma + \ldots}.$$

IV. Application à la localisation des défauts. — 1. Si les deux fils dont on forme la boucle sont affectés d'une baisse d'isolement, on peut représenter par le schéma de la figure 8 l'isolement entre fils et les deux isolements entre fils et terre.

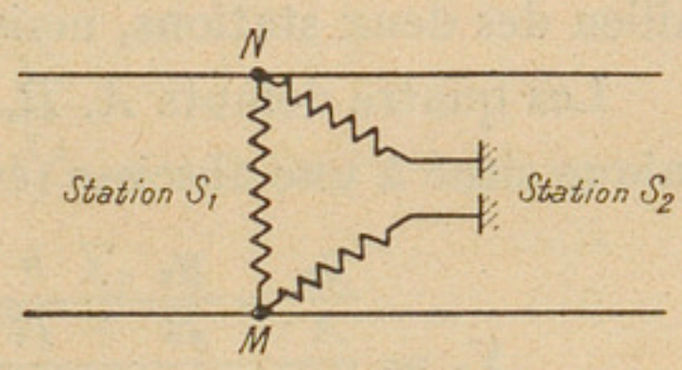


Fig. 8. — Défaut d'isolement sur deux fils d'un câble.

En transformant le triangle en étoile, on obtient le schéma de la figure 9, sur lequel on voit que les résistances d'isolement des fils sont A et B. La résistance C ne joue aucun rôle, puisque, dans les localisations par les méthodes de boucle, elle se trouvera dans la diagonale de pile.

Désignons par y_1 et y_2 les résistances qui séparent le défaut des stations de mesure. En rectifiant la boucle, comme il est indiqué sur la figure 10, on voit qu'elle est affectée des deux défauts A

et B. Si ces défauts ont une grande résistance A et B, on doit tenir compte également des résistances d'isolement R et R des fils, résistances dues à leur isolement normal aux points autres que le défaut.

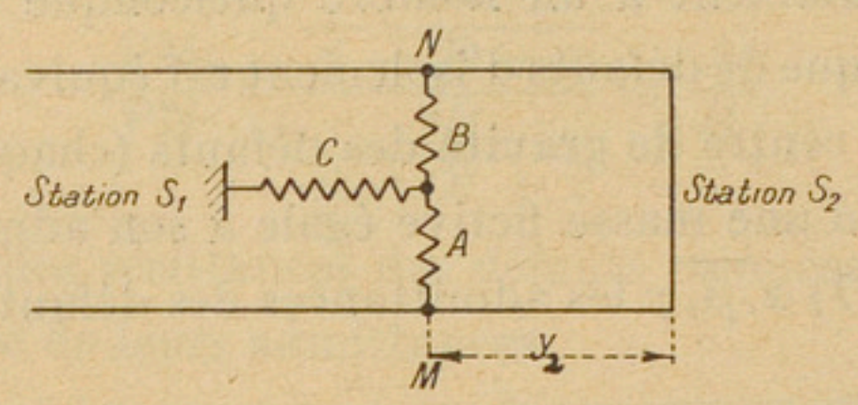


Fig. 9. — Transformation du triangle en étoile.

Il est logique d'admettre que ces résistances sont égales ; mais il est possible, si les pertes dont le câble est affecté ne sont pas répar-

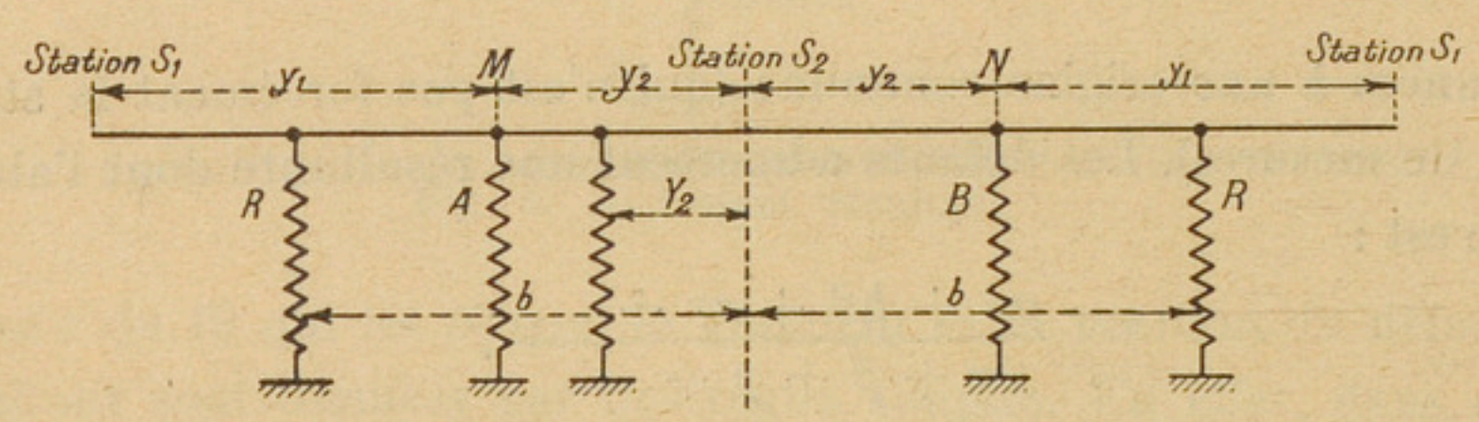


Fig. 10. — Localisation à partir de S_1.

ties régulièrement, que ces résistances R ne soient pas situées au milieu des deux stations, mais par exemple à une distance b de S_2.

Les quatre défauts A, B, R et R sont équivalents à un défaut unique situé à une abscisse (évaluée en ohms) Y_2 de S_2 :

$$Y_2 = \frac{\frac{y_2}{A} - \frac{y_2}{B} + \frac{b}{R} - \frac{b}{R}}{\frac{1}{B} + \frac{1}{A} + \frac{2}{R}} = y_2 \frac{\frac{1}{A} - \frac{1}{B}}{\frac{1}{B} + \frac{1}{A} + \frac{2}{R}}. \qquad (4)$$

Nous avons pris l'origine des abscisses en S_2 et nous donnons aux abscisses le signe + à gauche et le signe — à droite de l'origine. Nous supposons en outre, sur la figure, que le défaut d'isolement le plus franc est A. Donc $\frac{1}{A} > \frac{1}{B}$ et le défaut résultant, situé plus près de M que de N, aura une abscisse positive.

Donc, si l'on opère en Murray ou en Varley de la station S_1

et qu'on cherche à déterminer y_2, les calculs faits par les méthodes ordinaires ne donneront pas y_2 mais Y_2, distance (en ohms) du défaut résultant fictif à S_2.

Si l'on opère de S_1, le schéma est celui de la figure 11. Les

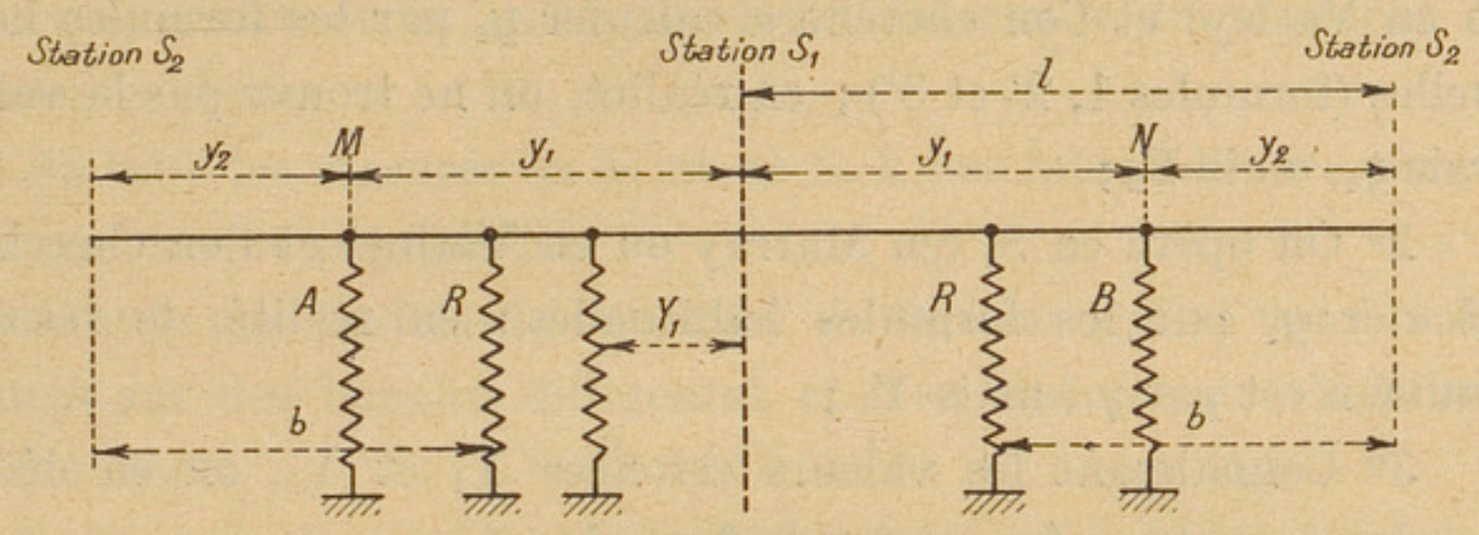


Fig. 11. — Localisation à partir de S_2.

quatre défauts A, B, R et R sont équivalents à un défaut unique situé à une distance (en ohms) Y_1 de la station S_1 :

$$Y_1 = \frac{\frac{y_1}{A} - \frac{y_1}{B} + \frac{l-b}{R} - \frac{l-b}{R}}{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{2}{R}} = y_1 \frac{\frac{1}{A} - \frac{1}{B}}{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{2}{R}}. \quad (5)$$

Si l'on cherche à déterminer y_1 par les méthodes ordinaires, les calculs ne donneront pas y_1, mais Y_1.

La comparaison de (4) et (5) donne :

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{Y_1}{Y_2},$$

d'où :

$$\frac{y_1}{y_1 + y_2} = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2},$$

ou :

$$\frac{y_1}{l} = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2},$$

et enfin :

$$y_1 = \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2}\, l. \quad (6)$$

On aurait de même :

$$y_2 = \frac{Y_2}{Y_1 + Y_2}\, l. \quad (7)$$

Ces formules donnent les positions vraies des défauts.

Elles ne sont d'ailleurs pas indépendantes, puisqu'elles sont liées par la relation évidente :

$$y_1 + y_2 = l.$$

2. *Marche des opérations.* — 1° On opère en S_1 (en Murray ou en Varley) et l'on cherche à calculer y_2 par les formules habituelles (formules 1, 2' et 3') ; en réalité, on ne trouve pas la valeur vraie y_2, mais Y_2 ;

2° On opère en S_2 (en Murray ou en Varley) et l'on cherche à calculer y_1 par les formules habituelles ; en réalité, le résultat trouvé n'est pas y_1, mais Y_1 ;

3° Connaissant les valeurs erronées Y_1 et Y_2, on en déduit la valeur exacte y_1 (ou y_2) par la formule :

$$y_1 = l \frac{Y_1}{Y_1 + Y_2},$$

ou bien :

$$y_2 = l \frac{Y_2}{Y_1 + Y_2}.$$

Si l'on veut avoir des localisations indépendantes, il faut, par exemple, faire une mesure en Varley de chaque extrémité, puis

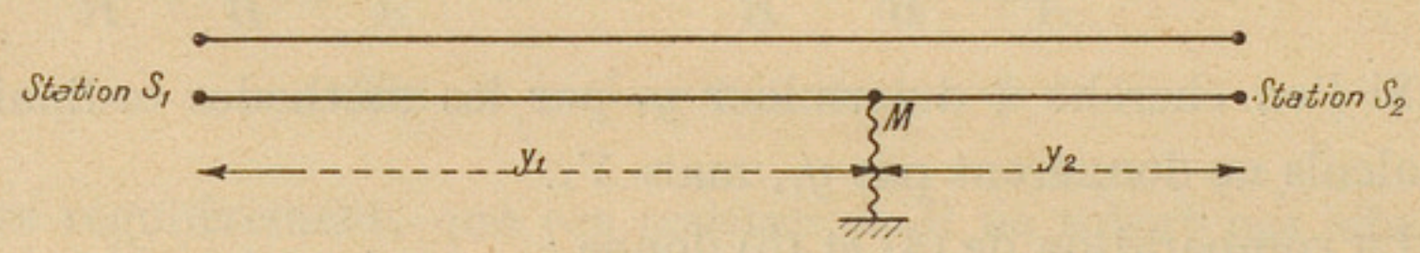


Fig. 12. — Emplacement du défaut réel.

une mesure en Murray de chaque extrémité. De ces quatre mesures, combinées deux à deux, on pourra tirer quatre localisations indépendantes, d'après la formule 6 (ou d'après la formule 7).

V. Conditions d'application de la méthode. — 1. Pour que la localisation soit possible, il faut que les deux fils employés pour faire la boucle soient affectés de défauts différents. En effet, si les résistances d'isolement étaient égales, le défaut résultant vu d'une station serait toujours situé à la station éloignée, et le problème serait entièrement indéterminé.

Pour que la localisation soit bonne, il faut que les défauts soient assez différents l'un de l'autre. En pratique, une différence

de 30 % suffit; mais on cherchera toujours à employer des fils dont les isolements soient aussi différents l'un de l'autre que possible.

2. Le facteur de correction des formules (4) et (5) tenant compte des valeurs des résistances d'isolement des défauts, il faut évidemment que le défaut ne varie pas dans l'intervalle des mesures. Il conviendra donc :

a) de faire les mesures en S_1 et en S_2 à des intervalles de temps aussi courts que possible ;

b) dans le cas de défauts variables, de faire un grand nombre de mesures sur des boucles différentes et d'en déduire une localisation moyenne.

3. Le calcul précédent montre clairement que les formules trouvées continuent à être vraies chaque fois que les deux fils avec lesquels on forme une boucle présentent, en un même point du câble autre que le point du défaut, des isolements égaux. Autrement dit, ces deux fils doivent être symétriques au point de vue de l'isolement.

VI. Influence de l'isolement du fil sain sur la précision des méthodes de Murray et Varley ordinaires. — Si le fil mauvais a un défaut de résistance A en un certain point, le fil sain n'ayant

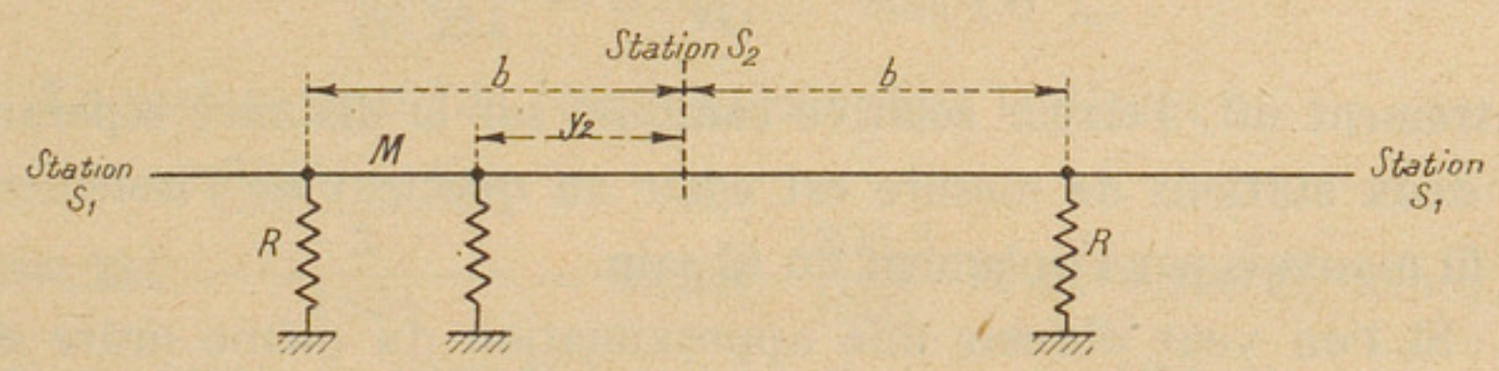


Fig. 13. — Méthodes ordinaires de boucle.

pas de perte en ce point, et si l'on désigne encore par R la résistance d'isolement de chaque fil, on voit que la boucle est affectée de trois défauts : A, R et R (fig. 13). Ils sont équivalents à un défaut résultant dont la distance Y_2 (en ohms) à la station S_2 est donnée par la formule (4) où l'on fait $B = \infty$. Cette formule devient :

$$Y_2 = y_2 \frac{\frac{1}{A}}{\frac{1}{A} + \frac{2}{R}} .$$

Donc, au lieu de trouver le défaut à une distance (en ohms) y_2 de S_2, on le trouve à une distance Y_2. On commet donc une erreur $Y_2 - y_2$:

$$Y_2 - y_2 = y_2 \frac{\frac{1}{A}}{\frac{1}{A} + \frac{2}{R}} - y_2 = y_2 \frac{-\frac{2}{R}}{\frac{1}{A} + \frac{2}{R}}.$$

Sauf dans le cas d'un défaut extrêmement résistant, R est beaucoup plus grand que A, et l'on peut écrire :

$$Y_2 - y_2 = -2y_2 \frac{A}{R}.$$

Il est intéressant de limiter l'erreur relative sur la distance entre stations. Cette erreur est, en valeur absolue :

$$\delta = \frac{Y_2 - y_2}{l} = \frac{2y_2}{l} \cdot \frac{A}{R}.$$

Dans le cas moyen du défaut situé à mi-distance des deux stations de mesures, on a :

$$2y_2 = l$$

et

$$\delta = \frac{A}{R}.$$

Autrement dit, l'erreur relative commise sur la distance séparant les deux stations de mesure est égale au quotient de l'isolement du fil mauvais par l'isolement du fil sain.

Si l'on veut obtenir une approximation du même ordre de grandeur que celle qui est donnée par les appareils, c'est-à-dire 1 /1000, il faut que

$$R = 1000\ A.$$

Si l'on veut employer sans correction les formules usuelles de Murray et de Varley, il faut que l'isolement du fil sain soit 1000 fois celui du fil mauvais.

VII. Résultats obtenus. — Parmi les nombreuses localisations déjà faites par ces méthodes, nous citerons les deux exemples suivants :

1. *Localisation d'un défaut sur le tronçon Nancy—Metz* (longueur : $60^{km},284$).

Isolement du fil le meilleur : 9 mégohms,

Isolement du fil le plus mauvais : 3 mégohms.

Mesure de Nancy (S_1) en Varley à bras égaux : $V_1 = 455$ ohms, d'où la distance (en ohms) de Metz (S_2) au défaut résultant (formule 3', page 2) :

$$y_2 = \frac{455^{\Omega}}{2} = 227^{\Omega},5.$$

Mesure de Metz (S_2) en Varley à bras égaux : $V_2 = 906$ ohms, d'où la localisation apparente à partir de Nancy (S_1) :

$$y_1 = 453 \text{ ohms.}$$

Mesure de Metz (S_2) en Varley bras égaux : $V_2 = 906$ ohms, d'où la localisation apparente à partir de Nancy (S_1) :

$$y_1 = 453 \text{ ohms,}$$

d'où, d'après la formule (6), la distance de S_1 au défaut réel :

$$Y_1 = l.\ \frac{y_1}{y_1 + y_2} = 60^{km},284.\ \frac{453}{453 + 227.5} = 40^{km},130.$$

Le défaut se trouvait, en réalité, à $41^{km},098$ de Nancy ; l'erreur sur le tronçon est donc de :

$$\frac{0,968}{60,284} = 0,016, \qquad \text{soit } 1,6\ \%.$$

La mesure brute de Nancy aurait situé le défaut à :

$$60^{km},284.\ \frac{\frac{3246 - 455}{2}}{1623} = 60,284\ \frac{1395,5}{1623} = 51^{km},700 \text{ de Nancy,}$$

d'où une erreur de $10^{km},600$, soit, sur le tronçon, 17,5 %.

La mesure brute de Metz aurait situé le défaut à :

$$60^{km},284.\ \frac{\frac{906}{2}}{1623} = 60,284.\ \frac{453}{1623} = 16^{km},300 \text{ de Nancy,}$$

d'où une erreur de $24^{km},300$, soit, sur le tronçon, 40 %.

2. *Localisation d'un défaut de* 30 *mégohms sur* 919 *mètres de câble.*

Isolement du fil le meilleur : 300 mégohms,

Isolement du fil le moins bon : 32 mégohms,

Résistance de boucle : $26^{\Omega},81$.

Mesure de l'extrémité S_1 en Murray avec un bras fixe de 1000 ohms : $M_1 = 240$ ohms, d'où (formule 1', page 1) :

$$y_2 = 13^{\Omega},40 . \frac{1000 - 240}{1000 + 240} = 8^{\Omega},21.$$

Mesure de l'extrémité S_2 en Murray 1000 : $M_2 = 750$ ohms, d'où :

$$y_1 = 13^{\Omega},40 . \frac{1000 - 750}{1000 + 750} = 13,40 . \frac{250}{1750} = 1^{\Omega},91.$$

Distance de S_2 au défaut :

$$Y_2 = 919^{m} . \frac{8,21}{8,21 + 1,91} = 919 . \frac{8,21}{10,13} = 745 \text{ mètres.}$$

Le défaut se trouvait, en réalité, à 747 mètres de S_2, soit une erreur relative de $\frac{2}{919} = 0,0021$, soit 0,21 %.

La mesure brute de S_1 aurait situé le défaut à:

$$919^{m} . \frac{1000 - 240}{1000 + 240} = 563^{m},25 \text{ de } S_2,$$

d'où une erreur de $183^{m},75$, soit, sur les 919 mètres, 20 %.

La mesure brute de S_2 aurait situé le défaut à :

$$919^{m} . \frac{2 \times 750}{1750} = 787^{m},70 \text{ de } S_2,$$

d'où une erreur de 40 mètres, soit, sur les 919 mètres, 4,36 %.

3. *Appareils employés.* — Dans ces localisations, le pont de localisation et le galvanomètre doivent être parfaitement isolés du sol. La force électro-motrice de la batterie et la sensibilité du galvanomètre doivent être adaptées à la résistance du défaut à localiser. C'est ainsi que, pour le défaut de 3 mégohms cité plus haut, une batterie de 90 volts et un galvanomètre à aiguille donnant une déviation d'une division pour $0^{\mu A},25$ ont été utilisés. Pour le défaut de 30 mégohms, il a fallu employer une batterie de 300 volts et un galvanomètre à miroir donnant une déviation d'une division pour $0^{\mu A},01$.

4. *Conclusion.* — Ces deux exemples montrent clairement les deux champs d'application de la méthode :

1° dans le cas de défauts assez francs sur des câbles dont l'isolement général n'est pas très grand (de l'ordre de 10 mégohms) c'est, en particulier, le cas des câbles urbains ;

2° dans le cas de défauts très résistants sur des câbles dont l'isolement général est très élevé (de l'ordre de 1000 mégohms) : c'est le cas des câbles à grande distance ; on peut alors relever des défauts dès leur apparition, et éviter ainsi de graves dérangements ultérieurs.

VENTILATION DES ESPACES SOUTERRAINS, [1]

par James CHAPPUIS,
docteur ès sciences,
chef du Service des recherches physiques à la Société du gaz de Paris.

Ventilation d'une galerie. — C'est en octobre 1929, à la demande de M. l'inspecteur général Boutteville, que la Société du gaz de Paris a été invitée à faire entreprendre, dans son laboratoire des recherches physiques, l'étude des moyens propres à assurer la ventilation des chambres et galeries placées dans le sous-sol des voies publiques.

Ces expériences devaient être faites dans les conditions réelles de l'exploitation et, à cet effet, la Compagnie parisienne de distribution d'électricité avait mis à la disposition de la Société du gaz de Paris un tronçon d'environ 180 mètres d'une galerie de câbles désaffectée, à profil normal d'égout, de $2^{m},30$ de hauteur, reliée au sol du trottoir par trois puits équidistants.

Les expériences furent faites, sous ma direction, en présence de représentants de la ville de Paris, des Services téléphoniques de la Seine, de la Compagnie parisienne de distribution d'électricité et de la Société du gaz de Paris.

Effet densité. — Si un afflux de gaz de ville se produit dans un égout par infiltration, par exemple, il se forme sous la voûte un mélange dont la densité va en diminuant en même temps qu'augmente la teneur en gaz ; c'est ainsi qu'un mélange explosif de 3 parties d'air pour 1 partie de gaz aurait une densité d'environ 0,9. Ce mélange peut donc avoir une force ascensionnelle, et il tendra à s'échapper par toute ouverture pratiquée sous la voûte.

---

1. Article paru dans le *Journal des usines à gaz* du 20 février et du 5 mars 1932.

Pour réaliser cet « effet densité », il suffit de chauffer l'air de la galerie : pour une différence de température de 27°, sa densité descendrait précisément à 0,9 ; c'est donc cette méthode que nous avons employée, puisqu'il n'était pas jugé prudent de réaliser une fuite de gaz dans la galerie communiquant par plusieurs puits d'accès et par des ventouses avec l'air libre de la voie publique.

L'essai de plusieurs dispositifs de ventilation, dans ces conditions, nous a conduit à conclure qu'aucun de ceux qui nous ont été proposés et que nous avons étudiés n'était réellement efficace.

Effet vent. — Cependant il est résulté de tous ces essais une observation que nous avons reconnue, par la suite, être du plus haut intérêt. Quand il y a sur un égout des ventouses et des tubes d'aération, il s'établit dans cette galerie un courant d'air ; c'est ce que nous appelons l' « effet vent ». Dans toutes nos nombreuses expériences, l' « effet vent » s'est montré supérieur à l' « effet densité », même lorsque la pente de l'égout favorisait ce dernier. C'est cet « effet vent » qui a déterminé le sens des courants d'air dans l'égout, et ce sens a toujours été parallèle à celui du vent qui régnait dans la rue.

Ventilation d'une chambre souterraine. — Dans le courant de l'année 1930, M. Reynaud-Bonin, ingénieur en chef, directeur des Services téléphoniques de la Seine, proposa à la Société du gaz de Paris de faire construire, dans le terrain du dépôt des fontes, où se trouve le laboratoire des recherches physiques, une chambre téléphonique de soudure du modèle réglementaire d'une capacité totale de 13 mètres cubes et demi.

Equipement de la chambre. Les tubes de ventilation. — Cette chambre fut construite en octobre 1930 devant le bâtiment principal du laboratoire ; elle comportait un puits d'accès et deux ventouses vers chacune des extrémités les plus éloignées de la chambre. Ces ventouses étaient reliées par des tubes en italit de $17^{cm},5$ et de $22^{cm},5$ de diamètre intérieur pouvant être obturés par des tampons, ce qui permettait d'utiliser des sections de passage des gaz ayant les trois valeurs suivantes : 2,4, 4 et 6,4 dm^2 ; deux

de ces tubes descendaient du même côté jusqu'au radier et deux s'ouvraient au plafond.

Les fuites de gaz. — Pour la réalisation des fuites de gaz dans la chambre, trois canalisations de plomb de 15 millimètres de diamètre intérieur ont été installées contre le mur face à l'entrée et débouchant le premier à 20 centimètres du plafond, le deuxième au milieu de la hauteur de la chambre et le troisième à 20 centimètres du sol.

Ces trois canalisations sont commandées chacune par un robinet à vis permettant de faire varier le débit contrôlé du gaz ; elles sont alimentées en gaz d'éclairage par une nourrice qui communique avec la canalisation de départ d'un compteur d'expérience.

Prélèvements pour analyses. — Les prélèvements pour analyses de l'atmosphère de la chambre sont faits à l'aide de trois canalisations en tubes de fer de 15 millimètres de diamètre intérieur et débouchant dans l'axe vertical de la chambre à 20 centimètres du plafond ou du sol et au milieu de la hauteur.

Chambre de mesure. — L'ensemble des six canalisations débouche à la surface du sol après avoir traversé l'épaisseur de béton qui constitue le plafond de la chambre et elles sont réunies dans une chambre de mesure constituée par un bureau roulant du type de la Société du gaz de Paris.

Dans ce bureau, sont rassemblés tous les appareils de mesure et d'enregistrement. Les prises d'échantillons pour analyse de l'atmosphère dans la chambre téléphonique se font donc depuis cette chambre d'expérience, où les tubes de prise se terminent par des olives porte-caoutchouc munies de robinets.

Analyse. — L'analyse chimique de l'atmosphère par la burette de Bunte ou par la mesure des densités s'est montrée trop imprécise à cause de la faible proportion de gaz ; la méthode de dosage de l'oxyde de carbone par le sang s'est montrée trop longue et trop incommode.

Des appareils doseurs basés sur le principe de la diffusion

différentielle de gaz de densités différentes à travers une paroi poreuse, tels que le « Vulkan » ou le « Nellisen », ont, après étalonnage et apprentissage, donné toute satisfaction.

Ventilation par chauffage. — Il a été installé un dispositif de chauffage constitué par une résistance chauffante en fil de nickel-chrome traversée par un courant dont le voltage et l'intensité sont mesurés par un voltmètre et un ampèremètre disposés dans la chambre d'expérience.

Trois réservoirs de thermomètres enregistreurs Fournier sont disposés à 20 centimètres du plafond et du sol et au milieu de la chambre ; les thermomètres se trouvent dans la chambre d'expérience. En outre, deux autres thermomètres enregistreurs ont leur réservoir près des orifices des tubes en italit dont il est fait usage dans l'expérience en cours.

Vitesse des flux gazeux. — La vitesse d'un flux gazeux dans l'orifice d'un tube de ventilation est mesurée à l'aide d'anémomètres à moulinet permettant la mesure de vitesses de $0^m,20$ jusqu'à $12^m,50$ à la seconde ; aux faibles vitesses, la mesure est faite après lancement du moulinet par une turbine auxiliaire.

Nous avons employé, pour surveiller la direction des courants gazeux, des cartouches fumigènes donnant, les unes des fumées légères, les autres des fumées lourdes.

Ventilateur de balayage. — Enfin, dans le but de nettoyer l'atmosphère après chaque expérience, un ventilateur de balayage était installé à la place du tampon en fonte qui ferme le puits d'accès. Le moteur de ce ventilateur est entièrement blindé, pour éviter une inflammation accidentelle par les étincelles des balais. L'efficacité de ce balayage était très grande, puisque l'effet était complet en 2 minutes 1 /2.

Expériences en chambre close. — 1° *Fuite de gaz.* — Une première série d'expériences fut entreprise en chambre close pour étudier la répartition du gaz dans la chambre et sa variation avec le temps.

Voici le résultat d'une série de ces expériences donnant la

teneur pour 100 en gaz en haut, au milieu et en bas de la chambre, immédiatement après remplissage, puis après 1 heure, 2 heures, 4 heures, 6 heures.

Le remplissage était fait par le haut, par le milieu, puis par le bas, par introduction lente de 1.350 litres de gaz, ce qui représente 10 % du volume de la chambre.

REMPLISSAGE	PRÉLÈVEMENT.	0h	1h	2h	4h	6h
		Teneur 0/0 en gaz.				
Par le haut	en haut	18,5	14,3	11,8	9,72	9,0
	au milieu	9,7	9,7	9,36	9,0	9,0
	en bas.....	1,8	4,7	6,0	7,74	8,55
Par le milieu	en haut	11,6	9,45	12,8	10,62	9,9
	au milieu	10,62	9,45	12,5	10,3	9,9
	en bas.....	4,0	7,74	9,7	10,5	9,3
Par le bas	en haut	10,17	9,9	9,9		
	au milieu	10,17	9,7	9,7		
	en bas.....	8,55	8,73	9		

Ainsi, c'est seulement dans le cas d'une fuite à la partie supérieure d'un local fermé, que le gaz d'éclairage se répand sous le plafond, où il se forme un mélange dangereux qui persiste pendant quelques heures avant que la diffusion totale ne donne une atmosphère homogène dans la pièce. Ce résultat est, au contraire, d'autant plus vite atteint que la fuite de gaz a lieu dans une partie plus basse de la chambre.

2° *Chauffage.* — La résistance électrique de chauffage était à 20 centimètres du sol ; elle absorbait 3,12 kW et dégageait par heure 2.683 cal. kg.

Le tableau ci-dessous indique les températures relevées aux trois enregistreurs. On voit qu'elles restent presque stationnaires après 2 heures de chauffage, l'heure 0 est celle de la mise en route du chauffage.

PRISE de température.	0h	1h	2h	3h	4	5h
En haut	17°	29°	31°	31°,5	32°	32°
Au milieu...	12°,5	23°,5	25°,5	26°	26°,5	26°,5
En bas	10°	17°	18°	18°,5	18°,5	18°

Ces résultats sont nettement différents des précédents. Les gaz chauds se superposent par ordre de densité décroissante ; il y a peu de diffusion ; il n'y a pas création d'une atmosphère homogène, bien que le chauffage soit fait par le bas, condition la plus favorable à l'homogénéité.

Cette première étude justifie donc la demande de la direction des Services téléphoniques qu'il soit procédé, dans les études de ventilation, à des expériences avec fuites réelles de gaz.

Dispositif actuel de ventilation des chambres souterraines. — Le dispositif actuellement employé par les divers services possédant des chambres souterraines pour en assurer la ventilation est constitué par un ensemble de deux tubes mettant la chambre en communication, par des ventouses au ras du sol de la rue, avec l'atmosphère extérieure ; ces tubes débouchent en des points les plus éloignés de la chambre : l'un au radier, l'autre au plafond ; les ouvertures des ventouses d'aération sont situées de part et d'autre du puits d'accès ; elles sont munies de grilles métalliques dont les barreaux ont une section rectangulaire.

C'est donc ce dispositif que nous avons tout d'abord aménagé.

Effet densité. — La théorie admise est la suivante : s'il y a production de gaz légers dans la chambre, ceux-ci se portent à la voûte et sont évacués par la tubulure du plafond pendant qu'il y a rentrée d'air par la tubulure du radier. La tubulure du plafond est donc inscrite sur les figures sous le nom de « sortie de l'air », tandis que la tubulure du radier est inscrite comme « rentrée de l'air ».

Ni fuite ni chauffage. — Examinons d'abord le cas de la

chambre ne contenant que de l'air, sans fuite ni chauffage ; la température qui y règne toute l'année est voisine de 12°.

Pour qu'il y ait assainissement de la chambre, il faut qu'un courant d'air soit établi sous « l'effet densité » seul. Or il ne peut y avoir courant ascendant dans le tube court que si la température θ de l'air de la chambre est supérieure à la température ambiante o. Le nombre de jours de l'année pendant lesquels cette condition est réalisée pendant toute la journée n'est pas très grand.

Je ferai usage, par la suite, d'un certain nombre de statistiques que je dois à l'obligeance de M. le général Delcambre, inspecteur général de l'Aéronautique, directeur de l'Office national météorologique, auquel j'adresse, ainsi qu'à ses collaborateurs, mes plus vifs remerciements.

Il résulte d'une de ces statistiques, portant sur les cinq dernières années (1927-1931), que le nombre de jours à température égale ou inférieure à 12° sous abri est en moyenne de 123 par an, ainsi répartis par mois :

Janvier	29	Juillet	0
Février	25	Août	0
Mars	14	Septembre	0
Avril	5	Octobre	4
Mai	1	Novembre	17
Juin	0	Décembre	28

Il n'y a donc, en réalité, que cinq mois où la ventilation dite normale peut se produire pendant tout le jour, avec cette remarque que l'activité de la ventilation naturelle est nulle si la température ambiante est égale à 12°, qu'elle est d'abord très faible, puis plus rapide quand la température ambiante diminue.

Mais, par contre, si, dans la journée de 24 heures, la température ne descend pas au dessous de 12°, aucun mouvement de l'air n'est possible. Or la statistique, portant sur ces mêmes cinq dernières années, montre que le nombre de jours où la température n'est pas descendue au dessous de 12° est, en moyenne, de 110 par an, ainsi répartis par mois :

Janvier	0	Juillet	29
Février	0	Août	28
Mars	0	Septembre	16
Avril	1	Octobre	5
Mai	8	Novembre	1
Juin	22	Décembre	0

Pendant ces jours, il n'y a à espérer aucun assainissement de la chambre, aucune ventilation ; il reste enfin 132 jours pendant lesquels une faible ventilation se produira pendant les quelques heures où la température ambiante descendra au dessous de 12°.

Effet d'une fuite ou d'un chauffage. — Qu'arrivera-t-il si la densité de l'atmosphère de la chambre diminue, soit par suite d'une fuite de gaz, soit par suite d'une élévation de température ?

Il est facile de montrer que la pression qui provoquera les déplacements d'air sera le plus souvent très faible. On peut, en effet, calculer la force ascensionnelle dans un tube d'un mètre de hauteur lorsque ce tube renferme du gaz de densité d, la densité de l'air ambiant étant $d_a > d$, par la formule :

$$f = (d_a - d) \times 0{,}1293, \qquad (d_a = 1)$$

ou f est exprimé en grammes par centimètre carré, pression qui peut être mesurée en colonne d'eau h en millimètres ; on obtient le tableau suivant :

TENEUR en gaz.	DENSITÉ d.	$d_a - d$.	f.	h.	t^o.
1 0/0	0,995	0,005	0,0006465	0,006465	1°,37
5	0,975	0,025	0,003232	0,03232	7°
10	0,950	0,050	0,006465	0,06465	14°,36
15	0,925	0,075	0,009697	0,09697	22°,1
20	0,9	0,100	0,01293	0,1293	30°

La dernière colonne donne la température pour laquelle la densité a la valeur d calculée par la formule $d\ (1 + \alpha t) = 1$ ou $t = \dfrac{1 - d}{\alpha d}$.

A la teneur de 10 %, le mélange est voisin de sa limite d'inflammabilité ; à la teneur de 15 %, il est combustible ; à 20 %, il est explosif. Le but de la ventilation étant de maintenir la teneur au moins au dessous de 10 %, les pressions agissantes mesurées en eau ne devraient donc jamais dépasser $0^{mm},065$.

Ce dispositif ne peut donc avoir par lui-même aucune efficacité en temps calme, sauf si la teneur en gaz est déjà dangereuse.

Effet vent. — Supposons maintenant que le vent souffle dans la rue où sont placées les ventouses ; toutes les observations montrent que son effet est immédiatement prédominant ; mais elles démontrent, de plus, que l'air entre par le tube court qui débouche au plafond dit « de sortie de l'air », pour sortir par le tube long qui débouche au radier et qui est dit « d'entrée de l'air ». Il suffit, pour s'en convaincre, d'employer la méthode des fumées : on fait brûler dans la chambre des boîtes fumigènes donnant soit des fumées lourdes, soit des fumées légères et on observe l'orifice par lequel elles sortent.

L'explication du phénomène est facile : les ventouses étant identiques et peu éloignées l'une de l'autre, *s'il y a pression exercée sur le sol par le vent*, l'effet pression sera le même sur chacune d'elles; mais, comme l'un des tubes d'aération, celui qui descend jusqu'au radier, a environ 2 mètres de longueur de plus que l'autre, la résistance qu'il offre au passage de l'air sera environ 3 fois plus grande que celle du tube qui s'ouvre à la voûte ; l'air entrera donc de préférence par ce dernier (dit de sortie), pour sortir par celui qui aboutit au radier (dit d'entrée).

Les rôles seraient donc totalement renversés sous l'effet du vent ; quant à la ventilation proprement dite, qui consiste à évacuer les mélanges légers dangereux qui se forment à la voûte, elle sera à peu près nulle, puisque ce sont les gaz voisins du radier qui seront évacués ; cependant la vapeur d'eau, qui est diffusée dans toute la chambre, sera évacuée, de telle sorte que les chambres seront assainies.

Ainsi ce mode de ventilation créera une fausse sécurité.

Le vent au contact du sol n'est pas horizontal. — Aussi bien

dans les galeries longues que dans les chambres, nous avons toujours observé un *vent dérivé* ; dans les galeries, il a toujours été parallèle au vent de rue.

Le fait que, au sol, et *avec un vent supposé horizontal*, on peut capter une partie de l'énergie du vent et obtenir un vent dérivé dans une galerie reste à expliquer.

Nous devons remarquer que la couche inférieure du vent de rue exerce un frottement contre le sol ; l'effet de ce frottement est de retarder le mouvement de cette couche inférieure par rapport aux couches supérieures ; mais celles-ci éprouvent également une diminution de vitesse, qui est transmise dans les couches parallèles voisines par l'effet de la viscosité de l'air. L'étude analytique des phénomènes qui se manifestent dans la couche d'air ainsi troublée montre qu'il se produit à la fois un mouvement de translation et un mouvement de rotation de l'air. C'est au contact du sol que cet effet de rotation prend sa valeur la plus grande, parce que le coefficient de frottement y est très supérieur au coefficient de viscosité.

Ainsi le phénomène du vent au voisinage du sol est beaucoup moins simple que l'on ne pourrait croire ; il n'y a, en réalité, pas de vent horizontal, et ceci permet d'expliquer la formation du vent dérivé à travers les grilles des ventouses.

Les « pièges à vent ». — C'est en mars 1931 que, coordonnant toutes les observations accumulées depuis octobre 1929, je décidai de donner à mes travaux une tout autre orientation.

Je suis parti de ce fait qu'une surpression est développée par le passage d'un vent, supposé horizontal, au dessus des barreaux à section carrée des grilles de ventouses lorsque le vent est perpendiculaire aux barreaux, quel que soit son sens.

Puis, m'inspirant des effets de surpression et de dépression observés sous l'effet du vent sur les surfaces des ailes d'avions, je me suis proposé de rechercher expérimentalement s'il ne serait pas possible, avec un choix convenable de la forme des barreaux de grilles et avec une orientation déterminée par rapport au vent, d'obtenir d'abord un accroissement notable de la surpression déjà

observée et aussi, à volonté, une dépression du même ordre de grandeur.

J'ai été ainsi amené à construire les dispositifs que j'ai appelés *pièges à vent*, destinés à capter une partie de l'énergie du vent pour obtenir à volonté une surpression ou une dépression dans une enceinte ne présentant pas d'autres ouvertures que celles laissées par les barreaux.

Il ne faut pas oublier la condition qui nous était imposée de n'employer que des dispositifs au ras du sol ; sans cette condition, le problème de la captation du vent est déjà très abondamment résolu.

J'ai fait construire des grilles de ventouses ayant les mêmes dimensions que celles actuellement employées ; mais, au lieu de les munir de barreaux carrés, j'ai donné aux barreaux la forme employée dans les persiennes (parallélépipèdes avec inclinaison à 45°). Une caisse cubique en bois, rendue bien étanche par un masticage soigné, est fermée par une grille-persienne ; cette cavité est reliée à un micromanomètre différentiel de Rosenmüller de Dresde, appareil à tube incliné qui donne avec une grande précision les pressions exprimées en millimètres d'eau ; ce manomètre est relié, d'autre part, à un réservoir dans lequel l'air est à une pression fixe, indépendante du vent. La caisse doit être enfermée dans le sol, qui est uniformément plan autour de la grille arasée au sol.

Nous avons créé une véritable rue constituant une sorte de « studio » pour la ventilation. Il a été élevé une palissade de bois de 4 mètres de hauteur et de 14 mètres de long qui constitue le mur ouest de la rue, dont le mur est, qui lui est parallèle, est formé par la façade du bâtiment du laboratoire. La chambre de soudure, les deux ventouses ont leurs axes parallèles à l'axe de la rue, qui est orientée du sud au nord.

Quelle que soit la direction du vent dans l'atmosphère au dessus des maisons, il existe toujours dans une rue une composante de ce vent parallèle à l'axe de la rue ; lorsque l'angle que fait la direction du vent avec l'axe de la rue ne dépasse pas 45°, le vent a une tendance à s'établir dans une direction fixe ; pour une inclinaison supérieure, le sens du vent dans la rue peut changer fréquemment,

et d'autant plus souvent que la direction du vent se rapproche davantage de la perpendiculaire à l'axe de la rue. Un anémomètre placé sur le sol au voisinage de la ventouse permet de mesurer la vitesse du vent, d'en suivre les variations en direction et en grandeur. Il est préférable d'opérer lorsque le vent est parallèle à l'axe de la rue, vent du nord ou vent du sud, à cause de sa meilleure stabilité.

Avec un vent de 5 mètres à la seconde, on obtient dans la caisse une surpression de $+ 0^{mm},5$ d'eau ou une dépression de $- 0^{mm},4$ d'eau, suivant que le vent, toujours supposé perpendiculaire aux barreaux, attaque ceux-ci face au tranchant (position A) ou, au contraire, glisse sur ce tranchant (position B) ; on peut passer de la position A à la position B en faisant tourner la boîte d'un angle de 180°.

Influence de la vitesse du vent. — J'ai pensé à utiliser la tour de 20 mètres du laboratoire de chauffage central (étude des cheminées), sur la plate-forme de laquelle règne un vent plus régulier, pour étudier l'influence de la vitesse du vent sur le fonctionnement des pièges à vent ; il existe sur cette plate-forme un anémomètre Richard relié électriquement à un enregistreur placé dans la salle qui est à la base de la tour ; un téléphone permet de transmettre les indications moyennes de l'appareil.

Il était impossible de réaliser autour de la ventouse de la caisse une surface plane de grande dimension pour reconstituer les conditions qui existent au sol d'une rue. La grille d'essai était encastrée dans une planche de faible dimension et d'un centimètre d'épaisseur. Face au vent, cette planche présente une surface frontale contre laquelle le vent produit une surpression qui est compensée par une dépression qui se manifeste sur les deux faces de la planche (fait connu) ; c'est donc une dépression que nous avons mesurée.

Voici les résultats observés :

Vitesse du vent en m/sec.	Dépression en mm d'eau.
4,50	0,48
5,50	0,56
6,50	0,64
7,50	0,72

Rappelons que, dans les expériences précédentes, nous avons trouvé une surpression de $0^{mm},5$ pour 5 mètres à la seconde (vitesse du vent).

L'accord est complet, et nous pouvons dire que *le nombre qui exprime la vitesse du vent en mètres à la seconde mesure la surpression dans le piège à vent en dixièmes de millimètres* ; en admettant que l'on puisse étendre cette règle, nous pouvons conclure qu'un vent de 1 mètre donnerait une surpression de $0^{mm},1$, et nous comprenons pourquoi l'effet vent est presque toujours supérieur à l'effet densité en nous reportant au tableau de la page 509.

C'est pour n'avoir pas tenu compte de cet effet prédominant du vent, que la technique adoptée pour la ventilation s'est trouvée presque toujours contredite par les faits d'observation courante.

Application des pièges à vent à la ventilation d'une chambre. — Nous avons alors appliqué ces principes à la ventilation de la chambre, à l'équipement de laquelle nous avons apporté les modifications suivantes :

Les ventouses sont munies des nouvelles grilles, qui sont constituées par des cadres de fer en cornière sur lesquels sont fixés les barreaux, eux-mêmes formés de fer en U dans lesquels on a coulé du ciment au carborundum ; ces barreaux, au lieu d'avoir une section carrée comme dans le modèle normal actuellement en service, ont une forme profilée et inclinée d'un seul côté à environ 45°, de façon à ce que toutes présentent leur arête vive du même côté.

A la partie supérieure des ventouses, sont cimentés des cadres métalliques fixes qui doivent recevoir les grilles, de telle façon que celles-ci soient au ras du sol ; les cadres des grilles sont munis d'un ergot qui peut entrer dans un logement correspondant ménagé sur les cadres fixes des ventouses, de façon que, lors du nettoyage de la ventouse, les grilles remises en place reprendront nécessairement la même orientation.

Ces grilles, dont les barreaux doivent être orientés perpendiculairement à l'axe de la rue, sont placées dans leurs cadres respectifs de façon à ce que la grille A présente au vent du sud ses arêtes vives et que la grille B présente les siennes au vent du nord ;

dans ces conditions, quelle que soit la direction du vent au sol, nous aurons toujours, dans notre « rue studio », une grille qui travaillera à la surpression et l'autre à la dépression, c'est-à-dire l'une à l'entrée et l'autre à la sortie de l'air.

Les deux effets de refoulement et d'aspiration d'air s'ajouteront et le courant d'air de ventilation sera produit sous l'effet de la somme des pressions ; par exemple, pour un vent de 5 mètres à la seconde :

$$0{,}5 + 0{,}4 = 0^{mm}{,}9 \text{ d'eau,}$$

et pour un vent de 1 mètre à la seconde :

$$0{,}1 + 0{,}08 = 0^{mm}{,}18 \text{ d'eau.}$$

Il est bien évident, d'autre part, qu'il est absolument nécessaire de supprimer le tube qui descend jusqu'au radier, de façon à ce que les deux tubes soient arasés à la voûte, puisqu'ils doivent servir alternativement à l'entrée et à la sortie de l'air suivant la direction du vent au point de débouché ; l'axe de ces tubes doit être perpendiculaire au plafond.

Pour nous rendre compte de l'efficacité du dispositif, nous avons tout d'abord employé la méthode des fumées, soit avec des fumées lourdes, soit avec des fumées légères ; dans tous les cas, la ventilation s'est montrée très active et toujours dans le sens du vent. Dans une journée d'expérience où le vent était dirigé d'ouest en est, c'est-à-dire sensiblement perpendiculaire à la « rue studio », les renversements du sens du vent, signalés par l'anémomètre, étaient immédiatement accompagnés d'un renversement du sens de la ventilation, les fumées sortant alternativement par A ou par B avec une remarquable docilité.

Il n'est pas douteux que, si un tel système était installé dans une rue, en bordure du trottoir, le passage d'une automobile suffirait, par le vent violent qu'elle produit si sa vitesse est grande, à amorcer un très vif, mais court, courant de ventilation, dont l'effet ne serait cependant nullement négligeable, ne fût-ce qu'à cause de son effet de brassage de l'atmosphère de la chambre.

Vitesse du vent dérivé. — Le courant d'air résultant, dans la chambre, de l'effet du vent au sol et que nous appelons *vent dérivé*

peut être caractérisé par la mesure de la vitesse de l'air dans l'un des tubes de ventilation. Nous avons donc disposé, dans l'axe du tube d'entrée de l'air, un moulinet anémométrique de précision et un chronomètre ; la vitesse du vent au sol est également mesurée à l'aide d'un moulinet anémométrique et du même chronomètre que ci-dessus.

Le premier résultat acquis est que la vitesse du vent dérivé peut atteindre une fraction importante de celle du vent au sol, allant jusqu'à 30 %.

Les observations ont montré que le pourcentage du vent capté est en légère diminution lorsque la vitesse du vent au sol diminue.

Tous ces résultats sont visibles sur les tableaux suivants, obtenus avec trois grilles différentes :

notre grille d'étude, dite S. G. P., à 8 barreaux ; surface des ouvertures : ..... 381^{cm^2}
une grille des P.T.T., dite à gros barreaux, à 7 barreaux ; surface des ouvertures : ..... 345^{cm^2}
une grille des P.T.T., dite à petits barreaux, à 8 barreaux ; surface des ouvertures : ..... 414^{cm^2}

Les tubes d'aération, en italit, avaient $22^{cm},5$ de diamètre intérieur et une section de 400 centimètres carrés.

Il est préférable que la section des tubes d'aération soit au moins égale à la surface d'ouverture des grilles.

Dans les expériences, on a mesuré les mètres parcourus par le vent pendant 5 minutes consécutives : N pour le vent au sol, n pour le vent dérivé. On en a déduit les vitesses moyennes V et v, en mètres par seconde. Enfin, dans la dernière colonne, on a calculé le pourcentage $\frac{v}{V} = \frac{n}{N}$ et la valeur moyenne de ce pourcentage :

Pour la grille II, on voit nettement l'influence de la vitesse du vent sur le pourcentage ; en effet, pour les trois premières expériences (II_1), le pourcentage moyen est seulement de 26,48 correspondant à des vents compris entre $2^m,50$ et $3^m,37$ à la seconde, tandis que, pour les vents de $3^m,69$ et $3^m,93$ à la seconde, le pourcentage moyen est de 28,1 %.

Influence des surfaces d'ouverture des grilles. — D'autre part, les pourcentages

26,48, 27,09, 27,4

des expériences II_1, I, III sont alors sensiblement proportionnels

	N	V	n	v	$\frac{v}{V}$
I S. G. P.	611	2,04	163	0,54	26,6 0/0
	751	2,54	189	0,63	25,2
	800	2,67	211	0,70	26,4
	890	2,97	256	0,853	28,76
	920	3,07	257	0,857	28
	3.972		1.076	moyenne :	27,09
II P. T. T. gros barreaux	II_1 752	2,50	203	0,68	26,7
	789	2,63	203	0,68	25,6
	1.012	3,37	270	0,90	26,6
	1.107	3,69	312	1,04	28,2
	1.180	3,93	331	1,10	28,0
	4.840		1.319	moyenne :	27,02
III P. T. T. petits barreaux	731	2,44	199	0,66	27,2
	741	2,47	179	0,60	24,1
	768	2,56	212	0,707	27,6
	910	3,03	269	0,897	29,5
	941	3,14	262	0,873	27,8
	4.091		1.121	moyenne :	27.4

aux surfaces des ouvertures des grilles en centimètres carrés :

345, 381, 414,

ce qui est tout à fait normal.

On voit quel intérêt il y aurait à employer des ventouses de plus grande ouverture avec des tubes d'aération de même section ; le plus simple serait souvent de placer vers chacune des extrémités de la chambre deux ou trois ventouses du même type, au lieu d'une seule.

Grilles inclinées. — Dans les essais ci-dessus, le plan supérieur

des grilles est plan et horizontal et n'offre aucune saillie sur le sol. On peut se demander si le fait d'incliner légèrement dans le sens convenable, de façon à faciliter l'engouffrement du vent dans les ouvertures des grilles, n'améliorerait pas le rendement, et l'on a procédé, pour un même type de grilles, à des expériences identiques aux précédentes, mais dans lesquelles les grilles, au lieu d'affleurer le sol, étaient inclinées de façon à ce que l'un de leurs bords soit surélevé par rapport à l'autre de *n* centimètres.

Il est établi que le vent, arrivant sur un plan incliné relevé, exerce sur ce plan une pression d'autant plus grande que l'angle que fait ce plan avec le plan horizontal est plus grand.

Nous résumerons toutes nos mesures par l'expression du résultat observé : Lorsque la dénivellation passe de 1 à 3 centimètres, le pourcentage de vent dérivé augmente de 4 unités. Si vous supposez que le pourcentage passe ainsi de 25 % à 29 %, l'augmentation de rendement est égale à 4/25 ou 16 %, ce qui est loin d'être négligeable.

Au point de vue de la réalisation de cette inclinaison des grilles, il est de toute évidence qu'il ne peut être question d'installer une grille faisant, par une de ses extrémités, proéminence sur le sol ; c'est donc le sol même du trottoir qui, à l'avant et à l'arrière des chambres (et des puits d'accès), devrait présenter une légère inclinaison sur une assez courte distance, comme cela a lieu pour les entrées des portes cochères.

Pour ce qui regarde l'influence de la surface d'ouverture et l'influence de l'inclinaison des grilles, les principes posés sont simples, et l'ingéniosité des ingénieurs urbanistes saura tirer le meilleur parti des espaces disponibles.

Protection contre une fuite. — Dans les études que j'ai faites avec M. l'ingénieur Pignot, dans ce même laboratoire, sur la détermination de la limite inférieure d'inflammabilité d'un mélange de gaz d'éclairage et d'air, nous avons montré qu'un mélange contenant 10 % de gaz d'éclairage n'était pas inflammable. Au dessus de cette teneur, vers 11 %, le mélange n'est que très difficilement inflammable ; la vitesse de propagation est faible. Ce n'est

que pour des teneurs plus élevées que l'on voit apparaître l'onde explosive, d'une énorme vitesse de propagation ; celle-là seulement est dangereuse : c'est elle qui est la cause des graves accidents constatés dans tous les pays.

Notre effort doit donc avoir pour but principal d'empêcher, par une ventilation efficace, la teneur en gaz de dépasser 10 % dans la chambre. On peut admettre que nous aurons obtenu ce résultat si le débit de la fuite est accompagné d'une ventilation d'un débit d'air 10 fois plus grand. Or nous savons calculer, pour une grille ayant 400 centimètres carrés d'ouverture, reliée à un tube d'aération de 22^{cm},5 de diamètre et, par conséquent, de même section, le débit, dans ce tube, correspondant à une vitesse quelconque du vent au sol.

Nous admettrons que, jusqu'à la vitesse de 3 mètres à la seconde, la vitesse du courant dérivé est égale ou supérieure à 30 %, et nous adopterons ce coefficient pour les calculs. Mais nous prendrons, pour 2 mètres à la seconde, le coefficient 26,5 %, et pour 1 mètre à la seconde seulement 23 %. Nous pouvons ainsi former le tableau suivant :

VITESSE au sol (en m/sec.)	COEFFICIENT.	VITESSE du vent dérivé (en m/sec.).	DÉBIT horaire (en m³).	FUITE (en m³ par heure).
5	30 0/0	1,5	216	21,6
4	30	1,20	173	17,3
3	30	0,9	130	13
2	26,5	0,53	76	7,6
1	23	0,23	33	3,3

La dernière colonne exprime, en mètres cubes par heure, le débit d'une fuite dont l'évacuation sera effectuée sans qu'il n'y ait jamais danger d'explosion. Ces débits sont très grands, si l'on songe qu'un bec de 100 bougies ne consomme que 120 litres à l'heure ; en effet, la fuite la plus faible inscrite à ce tableau est de 3.300 litres, presque 1 litre à la seconde !

Nous avons ainsi réuni tous les éléments nécessaires pour

pouvoir examiner le problème de la protection contre les explosions par la ventilation naturelle basée sur la captation d'une partie de l'énergie du vent par les pièges à vent.

Efficacité du dispositif de sécurité. — Quelle sécurité relative pouvons-nous attendre de notre dispositif ?

S'il n'y a pas de vent, « l'effet densité » jouera seul, mais d'une façon efficace, c'est-à-dire pour une évacuation des gaz accumulés sous le plafond, qui sont les seuls dangereux dans une chambre. Cette ventilation, d'abord très lente, s'accélèrera lorsque la teneur en gaz augmentera ; elle sera donc d'autant plus active que la fuite sera plus forte.

Dans le cas où il y a du vent, quel qu'en soit le sens, l'effet vent et l'effet densité s'ajouteront.

Toute la question revient donc à savoir sur quelle vitesse du vent nous pouvons compter et pendant combien de temps dans l'année ; c'est une affaire de statistiques.

Voici, par exemple : Un vent de 4 mètres à la seconde donne, dans le tube d'aération, un vent dérivé d'environ $1^{m},20$ à la seconde ; nous supposons que le tube a une section de 4 décimètres carrés (D = 22,5) ; le débit à la seconde est de 48 litres d'air ; on peut donc évacuer une fuite de 5 litres à la seconde, le pourcentage en gaz restant voisin de 10 %, limite inférieure d'inflammabilité. Les débits correspondants à l'heure sont de 173 et de 18 mètres cubes à l'heure.

Dans toute l'année, pendant combien de temps jouirons-nous de cette sécurité ? C'est ici qu'interviennent les statistiques de l'Office national météorologique.

Voici un tableau qui donne la fréquence, pour 1.000 observations, des vitesses du vent, classées de 4 en 4 mètres à la seconde, d'après 10 années d'observations (1911-1922), au parc St-Maur près de Paris ; il est fait huit observations par jour, toutes les 3 heures, la vitesse moyenne étant relevée par anémomètre Richard cinémographe.

De l'examen de ce document, il résulte que, pendant cinq mois de l'année (janvier, février, mars, avril, décembre), on peut compter,

un jour sur deux environ, disposer d'un vent de 4 mètres à la seconde. Coïncidence curieuse, c'est, à peu de chose près, la liste des mois pendant lesquels le nombre de jours où la température

VITESSES.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.
De 0 à 3m,90.....	542	548	496	500	661	686
4m et au dessus..	458	452	504	500	339	314
8m et au dessus...	48	57	75	71	13	12
12m et au dessus.	2	4	6	1		

VITESSES.	JUILLET.	AOUT.	SEPT..	OCT..	NOV..	DÉC..	ANNÉE.
De 0 à 3m,90	721	726	746	730	631	482	620
4m et au dessus ..	279	274	254	270	369	518	380
8m et au dessus..	9	10	11	25	37	71	37
12m et au dessus.				1	2	4	2

est égale ou inférieure à + 12° est le plus grand et où, par conséquent, l'effet densité sera le plus grand ; ce sont les mois de : janvier, février, mars, novembre, décembre.

Le mois le moins favorable est le mois de septembre, où les vents de 4 mètres à la seconde et au dessus ne règnent qu'un jour sur quatre. Enfin, pour toute l'année, nous jouirons de la très grande sécurité que donnent les vents de 4 mètres à la seconde pendant les 380/1.000 de l'année ou à peu près 140 sur 365.

On voit, par cet exemple, combien il serait intéressant d'avoir de semblables statistiques pour les vitesses inférieures à 4 mètres jusqu'à 0m,50 à la seconde.

Malheureusement, l'Office national météorologique n'a pu me fournir que deux statistiques, que voici : (v. p. 522)

Ainsi, pendant 365 × 0,63 = 230 jours, nous pourrons compter sur un vent de 2m,50, capable de débiter environ 105 mètres cubes à l'heure et d'évacuer les produits d'une fuite voisine de 11 mètres cubes à l'heure, c'est-à-dire le débit normal de deux chauffe-bains moyens !

ANNÉES.	FRACTION DU TEMPS pendant lequel la vitesse du vent a été égale ou supérieure à		
	2m,50.	3m,50.	4m,50.
1905	0,62	0,45	0,28
1906	0,67	0,51	0,32
1907	0,52	0,46	0,26
1908	0,59	0,42	0,27
1909	0,66	0,48	0,30
Moyenne	0,63	0,46	0,28

Voici d'ailleurs comment se répartiront ces fréquences des vitesses du vent égales ou supérieures à 2m,50 :

MOIS.	NOMBRE D'HEURES	
	par mois (720h).	moyenne par jour (24h).
Janvier	500	16
Février	469	17
Mars	550	18
Avril	533	18
Mai	486	16
Juin	453	15
Juillet	415	13
Août	409	13
Septembre	391	13
Octobre	423	14
Novembre	411	14
Décembre	491	16
Année entière	5.531	15

Ces 5.531 heures représentent bien les 230 jours du tableau précédent. Mais les fuites de 11 mètres cubes à l'heure sont heureusement fort rares.

Evacuation des gaz lourds. — On peut trouver dans les égouts, vers le fond, à la surface de l'eau, des gaz lourds, tels que des vapeurs d'essence, de benzol, d'alcool, d'éther, du chlore, de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène sulfuré..., dont la densité varie de 1,19

à 2,94, qui sont tous plus ou moins délétères et dont la plupart peuvent constituer des mélanges explosifs. Ces matières proviennent des fabriques, des garages, des chaussées des villes ; ou bien ce sont des eaux sales ou des déchets des usines de produits chimiques, laboratoires, hôpitaux ; il en résulte des boues stagnantes qui dégagent ces gaz.

J'ai pensé que la chambre dont je disposais me permettait d'étudier le problème des gaz lourds. Les expériences ont été conduites de la façon suivante :

Après calfatage à la glaise de toutes les ouvertures de la chambre, l'orifice d'une bouteille contenant 20 kilos d'anhydride carbonique est mis en communication avec le tube de plomb qui débouche au radier ; le remplissage se fait avec une lenteur suffisante pour qu'une couche d'anhydride carbonique remplisse le fond de la chambre sans diffusion.

Le robinet étant fermé, on procède immédiatement à des prélèvements et analyses, puis on ouvre les orifices des tubes d'aération et l'on recommence les prélèvements au bout d'une demi-heure et après une heure.

Les résultats obtenus, par vent au sol de $3^{m},30$ à la seconde, figurent dans le tableau ci-dessous :

	TENEUR EN ANHYDRIDE CARBONIQUE		
	en haut.	au milieu.	au bas.
Heure 0.....	0 0/0	1 0/0	52 0/0
— 1/2.....	0	0,5 à 1	38
— 1.....	0	0,5	4

On peut donc conclure qu'au bout d'une heure l'évacuation est presque terminée.

D'après nos mesures antérieures, le vent dérivé devait être d'un mètre à la seconde, débitant 144 mètres cubes d'air à l'heure ; il y avait environ 4 mètres cubes d'anhydride carbonique, du poids de 8 kilos.

Cette expérience est donc particulièrement démonstrative de l'efficacité des pièges à vent, car il est fort peu probable que l'on rencontre jamais dans un égout une production horaire de 4 mètres cubes de gaz lourd.

***

On voit de quelle ressource très grande a été, pour ces travaux si spéciaux, la mise à ma disposition de la chambre des P.T.T. ; nos remerciements vont donc, d'abord, à M. Reynaud-Bonin, ingénieur en chef, directeur des Services téléphoniques de la Seine, puis à M. Mailley, ingénieur en chef chargé des lignes souterraines du réseau téléphonique de Paris, pour avoir mis entre nos mains ce bon instrument de travail et pour l'intérêt qu'ils n'ont cessé de porter à nos essais.

MM. Gouffé, Laure et Prévot, ingénieurs E.C.P., attachés au Laboratoire des recherches physiques, ont procédé aux expériences auxquelles ce travail a donné lieu.

SERVICE D'ÉTUDES
ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

ESSAIS
CONCERNANT LA DISTRIBUTION DANS L'ESPACE DES PARASITES EN T.S.F.. (1)

Le système Verdan (2) met à profit, pour l'élimination des parasites atmosphériques, l'irrégularité de leur distribution *dans le temps*, en un point donné : si l'on répète trois fois, à un intervalle de deux secondes, par exemple, une même transmission, les trois réceptions, effectuées sur la même antenne, pourront être toutes tronquées par les parasites, mais les irrégularités ne seront jamais identiques sur les trois bandes (à cela près d'un pourcentage pratiquement négligeable). Il suffit donc, pour reconstituer le texte transmis, de confronter ces trois bandes et de ne conserver, dans chaque lettre, que les éléments de signaux qui ont bien été reproduits trois fois. Inutile de rappeler que cette confrontation s'opère mécaniquement et aussi que, dans les périodes de calme relatif, on peut ne transmettre que deux fois chaque message.

Il était permis de se demander si, par réciprocité, les parasites ne se distribuaient pas également de façon irrégulière *dans l'espace*, c'est-à-dire, à un instant donné, en des points séparés par quelques centaines de kilomètres.

Cette hypothèse, sur laquelle M. Lillo, commis principal à Alger, a proposé de baser un nouveau mode d'élimination des parasites, méritait d'être vérifiée par l'expérience : il suffisait, pour cela, de recueillir simultanément une même transmission dans plusieurs

---

1. Note remise par MM. E. Montoriol, inspecteur, et R. Subra, ingénieur.
2. Voy. *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones*, octobre 1930, p. 875.

stations assez éloignées les unes des autres, puis de rapprocher les bandes de réception et enfin de procéder de façon analogue à celle qui est rappelée plus haut pour le système Verdan. On pouvait ainsi juger si, au moment précis de la transmission d'une lettre déterminée, un même parasite venait frapper toutes les antennes réceptrices ou seulement certaines d'entre elles.

Disons, dès maintenant, que cette hypothèse a été confirmée par des essais préliminaires, dont les résultats sont résumés ici.

Essais préliminaires. — Une transmission, effectuée à Paris-Central, parvenait par fil à Bordeaux-Lafayette où, grâce à des

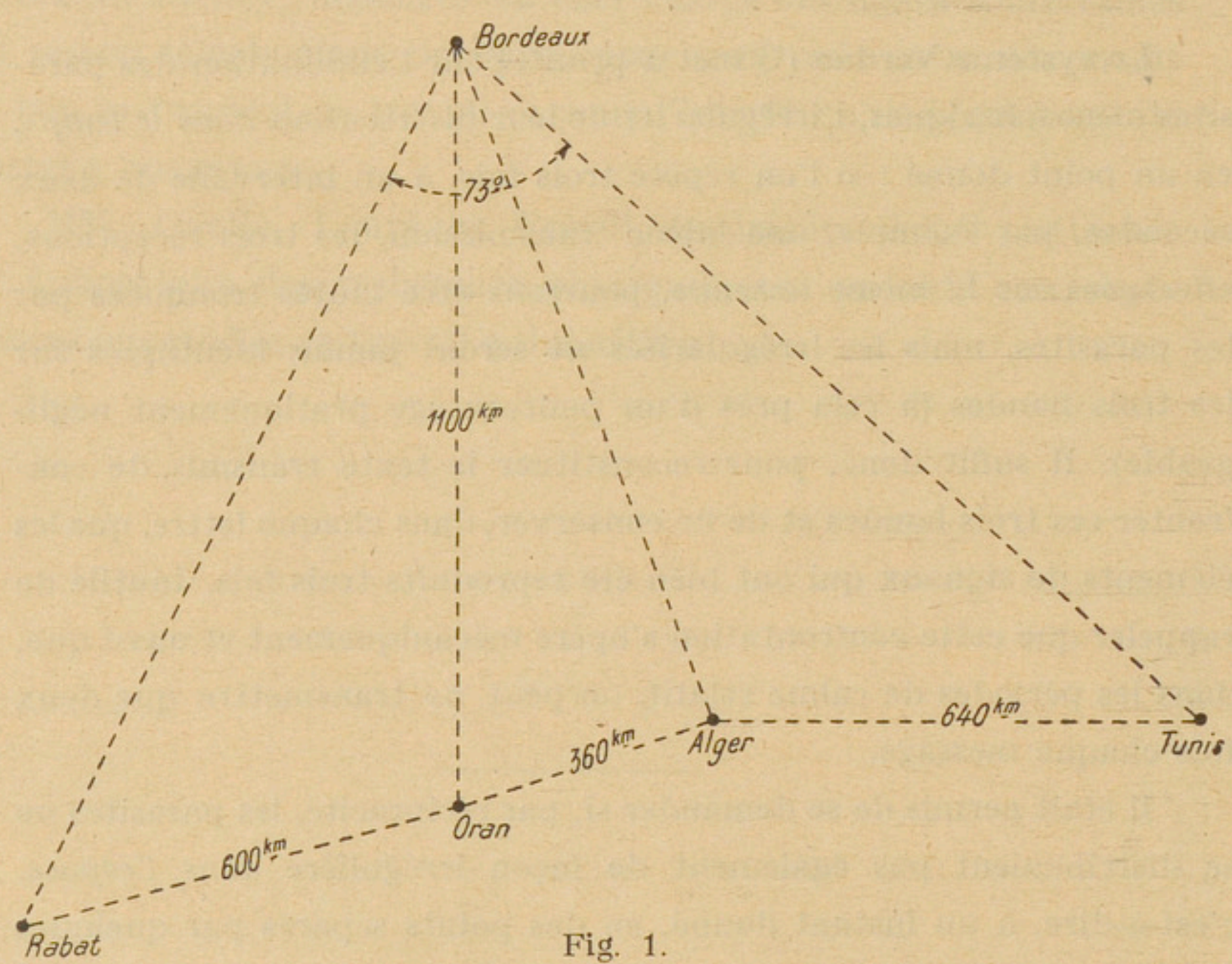


Fig. 1.

retransmetteurs, elle actionnait le poste émetteur radio-télégraphique F.Y.K.. Les signaux ainsi rayonnés, sur une longueur d'onde de 4.150 mètres et avec une puissance de 12 kilowatts en antenne, étaient captés simultanément à Rabat, Oran, Alger et Tunis. La figure 1 donne la position relative des différentes stations et, approximativement, les distances qui les séparent à vol d'oiseau. Les bandes de réception ainsi recueillies étaient centralisées au Service d'études, qui a pu les

confronter entre elles et avec les bandes de contrôle de Paris et de Bordeaux.

Les essais ont été poursuivis pendant vingt-huit séances, de 25 à 30 minutes chacune. Dans ce laps de temps, on a transmis 62.500 lettres. Sur ce nombre, on a constaté 360 « manques » et 2.874 « débordements. » Dans ces chiffres, ne sont pas comprises les altérations résultant manifestement d'une perte de synchronisme, car il faut noter qu'ici le courant correcteur n'était pas protégé ; de même, il est arrivé qu'un parasite, se manifestant, à l'une des stations, au moment d'une révolution des balais ne contenant aucune émission de travail (arrêt momentané de l'agent transmetteur), a fait apparaître le signal « blanc des chiffres » : le mot suivant a été traduit dans la série des chiffres ; mais ces impressions n'ont pas été comptées comme fausses lettres, à moins que l'on n'ait relevé la présence de parasites dans ces chiffres ou signes remplaçant des lettres.

Il y a lieu de remarquer que les « manques » ne peuvent être imputés que rarement à des parasites (parasites violents et prolongés saturant les lampes) : il faut les attribuer, en majeure partie, soit à un défaut de sensibilité des électro-aiguilleurs, soit à un réglage défectueux du relais, trop favorisé du côté du repos, toutes choses auxquelles, dans une exploitation courante, il est facile de remédier.

En ce qui concerne les « débordements », on peut admettre que certains d'entre eux ont eu pour cause une défectuosité de réglage, tout comme les « manques », et que le nombre des uns et des autres doit être du même ordre. Donc, si l'on compare les deux chiffres indiqués ci-dessus, 2.874 et 360, le premier correspond, à quelques centaines près, à celui des parasites qui se sont manifestés au cours des différentes réceptions.

La détermination de la zone d'action d'un parasite par le nombre de réceptions altérées au moment de son apparition, ne pouvait avoir de valeur que si, à intensité égale, il agissait de la même façon sur les quatre postes récepteurs ; en particulier, les essais n'auraient eu aucun sens si un parasite avait pu agir sur un poste lointain et ne pas influencer au contraire un poste voisin, d'amplification plus faible. Ce défaut était évité grâce à la présence d'un limiteur sur le courant de basse fréquence, limiteur qui ne laissait passer que les impulsions

d'intensité supérieure à un certain minimum ; ce minimum était réglé de façon qu'une impulsion d'amplitude inférieure à celle d'un signal ne pût passer. Seuls agissaient donc, et agissaient sûrement, les champs parasites supérieurs ou au moins égaux aux champs du signal, lesquels sont, à très peu près, égaux aux quatre stations réceptrices. L'intensité minimum que devait posséder un parasite, pour influencer une réception, se trouvait donc être la même pour les quatre postes récepteurs. Lorsqu'une lettre était simultanément altérée dans plusieurs réceptions, l'altération n'était pas toujours identique dans chacune d'elles et donnait de fausses lettres différentes : celles-ci pouvaient alors être attribuées soit à un même parasite, soit à des parasites distincts : on s'est toujours placé dans la première de ces hypothèses, lors de la confrontation des bandes, ce qui ne pouvait qu'accroître la valeur de la conclusion des essais, à savoir la répartition locale des parasites.

Il est arrivé parfois qu'une réception ait été rendue totalement impossible par suite du nombre et de la violence des parasites, tandis que les réceptions avaient lieu normalement, au même instant, dans les autres stations ; par suite, il n'a pas pu être tenu compte de cette apparition massive de parasites en certains points, ce qui ne peut encore qu'augmenter la valeur de la conclusion des essais.

Résultats de ces essais. — Les quatre postes ont été groupés deux à deux, puis trois à trois, enfin quatre à quatre, et, pour chacune de ces onze combinaisons, on a formé le rapport p du nombre de parasites communs aux postes de la combinaison au nombre total de parasites ayant atteint les postes de cette combinaison. Affectons des indices 1, 2, 3, 4 les stations de Rabat, Oran, Alger, Tunis (ordre dans lequel se trouvent ces villes le long de la côte) ; les résultats ont été les suivants :

Les rapports p_{1-2}, p_{2-3}, p_{3-4} avaient pour valeur respectivement 6,6 %, 10,5 %, 10,5 %. Ce sont là les combinaisons deux à deux, de postes *voisins*. Pour les combinaisons de deux postes séparés par un troisième, les valeurs des rapports étaient plus faibles : p_{1-3} et p_{2-4} valaient 5,4 % et 4,4 %. Enfin la combinaison des deux postes ex-extrêmes donnait $p_{1-4} = 3{,}8$ %, valeur plus faible encore. Il est à noter que les valeurs journalières de tous ces rapports n'étaient pas trop

différentes les unes des autres et que, par suite, leur valeur moyenne a un sens pour caractériser une réception.

Dans les combinaisons des postes trois à trois, les valeurs des rapports p étaient notablement plus faibles que les précédentes : $p_{1\text{-}2\text{-}3}$, $p_{1\text{-}2\text{-}4}$, $p_{1\text{-}3\text{-}4}$, $p_{2\text{-}3\text{-}4}$ avaient pour valeur 1,8 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,1 %. Le premier de ces rapports, par exemple, montre qu'une réception effectuées par l'ensemble Rabat—Oran—Alger, ne contiendrait, comme erreurs imputables aux parasites, que la proportion 18/333, soit 5,4 %, du nombre des erreurs, toujours imputables aux parasites, qui affecteraient une réception faite par un seul de ces postes.

Enfin la combinaison des postes quatre à quatre a donné une valeur très faible pour le pourcentage des erreurs communes : $p_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}4} = 0{,}5$ %.

Conclusion. — La transmission des 62.500 lettres, qui a constitué la totalité des essais préliminaires, a donné lieu à l'apparition de 3.300 fausses lettres dans l'ensemble des quatre réceptions. La réception de des 62.500 lettres par un seul poste aurait été entachée de 3.300/4, soit 825 erreurs, soit une proportion de 1,32 % d'erreurs.

Si cette réception avait été faite par l'ensemble Rabat—Oran—Tunis, par exemple, avec retransmission par fils de ces réceptions en une station où leur comparaison eût été effectuée par n'importe quel procédé manuel ou automatique, on n'aurait eu que $\frac{1{,}3}{100} \times 3 \times 825$ fausses lettres imputables aux parasites, soit une proportion de 0,0005 % d'erreurs, proportion suffisamment faible pour permettre le trafic.

Mais il reste à déterminer si la seconde partie du problème (liaison métallique des centres radiorécepteurs et comparaison automatique des réceptions) peut recevoir une solution acceptable.

Essais définitifs. — En présence de ces résultats et pour élucider ce dernier point, il a été décidé de procéder à des essais définitifs dans des conditions se rapprochant suffisamment de celles d'un service normal, c'est-à-dire, en premier lieu, assurant une confrontation immédiate et automatique des diverses réceptions.

Les transmissions d'essais seront captées simultanément par trois

postes récepteurs, A, B et C, dont l'un, B par exemple, sera le destinataire réel des messages, tandis que les deux autres seront de simples témoins. Ces deux derniers réexpédieront immédiatement à B, mais cette fois par fil, tous les signaux captés, sans souci des altérations pouvant provenir des parasites. A cet effet, leur amplificateur-récepteur actionnera un relais Baudot, dont le massif sera en liaison avec un fil A-B ou C-B : le poste B disposera donc de trois bandes (y compris la sienne propre), qui seraient identiques si aucun parasite n'était venu tronquer certains signaux de l'une ou de l'autre : il pourra alors procéder rapidement à la confrontation, à l'aide des moyens indiqués plus loin, et éliminer les signaux étrangers.

Choix des postes. — Pour que le Service d'études puisse facilement suivre les essais, il est avantageux que les trois postes qui y participeront soient tous situés en France. La transmission pourra avoir lieu dans les mêmes conditions que précédemment, c'est-à-dire que, manipulée à Paris-Central, elle sera réexpédiée par l'émetteur radiotélégraphique de Bordeaux, à cela près que la puissance en antenne sera quelque peu réduite.

Les deux postes-témoins, vus de l'émetteur, devront former entre eux un angle aussi ouvert que possible : il y aura ainsi d'autant plus de chances pour que les parasites qui viendront frapper leurs antennes respectives ne soient pas identiques et produisent, sur les bandes de réception, des altérations différentes, faciles à sélectionner. Dans cet ordre d'idées, on pourra choisir Brest et Strasbourg, dont les directions forment, à Bordeaux, un angle de 84° et sont éloignés l'un de l'autre, à vol d'oiseau, d'environ 800 kilomètres (fig. 2).

Le poste destinataire sera entre les deux témoins, afin de ne pas allonger démesurément les fils par lesquels ceux-ci lui réexpédieront leur réception ; il n'est pas indispensable qu'il se trouve juste sur la bissectrice de l'angle formé par les deux postes-témoins, par rapport à l'émetteur : le Havre, quoique légèrement décalé à l'ouest, semble bien indiqué, à cause des ressources dont il dispose, notamment en fils avec Paris, qui permettront de le relier facilement à Brest et à Strasbourg.

Mode opératoire. — Ces conducteurs, Brest—le Havre et Strasbourg — le Havre, seront essayés chaque jour, avant l'heure du

commencement des essais, car la qualité de ces communications est ici d'une importance capitale. En effet, s'il est vrai que les « débordements » auront de fortes chances d'être effacés, à l'égal des parasites, lors de la traduction finale, les « manques » donneront inévitablement lieu à de fausses lettres, et c'est là, sans aucun doute, un point faible du système.

En attendant que des appareils spéciaux soient imaginés, le moyen le plus simple d'effectuer, au Havre, la confrontation, paraît être de recevoir des signaux perforés et de passer dans un même traduc-

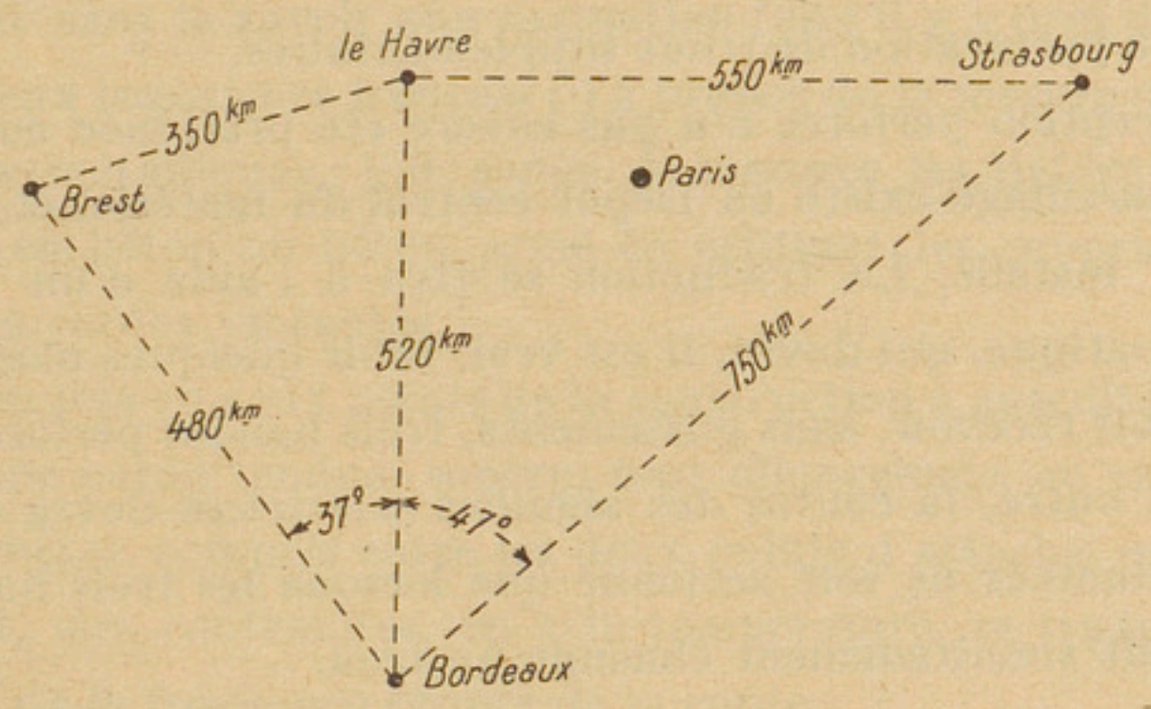


Fig. 2.

teur automatique les trois bandes superposées : les aiguilles sélectrices de celui-ci ne pourront se déplacer complètement que si elles trouvent trois trous devant elles ; il suffira que l'une seule des trois bandes lui présente une partie non perforée pour qu'elles soient maintenues en arrière et ne puissent jouer leur rôle. C'est donc seulement dans le cas où un parasite se serait manifesté de façon identique dans les trois postes, et au même moment précis, que la traduction pourra être altérée.

On traduira, de même, la réception du poste destinataire seul et, par comparaison, on mesurera le degré d'efficacité du système ; on pourra enfin ne confronter que deux réceptions, en particulier celles de Brest et de Strasbourg, pour déterminer si trois réceptions sont, dans tous les cas, indispensables à une bonne traduction.

Choix d'un appareil. — Deux systèmes, parmi ceux d'usage courant, se prêtent à la réception perforée : le Creed et le Baudot.

Le premier ne saurait convenir pour l'enregistrement des signaux captés par les différents postes. En effet, si, par exemple, dans l'une des stations, deux points se trouvent collés par un parasite, on recevra un trait, qui donnera lieu à la perforation de deux trous seulement, au lieu de quatre qui correspondraient aux deux points : le déplacement des aiguilles du traducteur n'aurait pas lieu aux 2e et 3e temps, et la traduction finale, avec les trois bandes superposées, serait inévitablement erronée. D'une manière plus générale, les collages, au Creed, auraient pour résultat, une suppression de trous : il est donc indispensable de faire usage du code Baudot, avec lequel les « collages » détermineront la perforation de trous supplémentaires.

La réception perforée n'a pas encore été pratiquée au Baudot ; mais l'appareillage existe au Dépôt central du matériel et peut être facilement installé. La traduction se fera à l'aide d'un transmetteur automatique, qui devra, il est vrai, subir quelques modifications pour pouvoir recevoir, sans glissements, trois bandes perforées superposées. En outre, la course des aiguilles sélectrices devra être telle, que le traducteur ne soit actionné que lorsque les trois bandes leur présenteront simultanément chacune un trou.

Il est possible que ces adaptations nécessitent une certaine diminution de la vitesse du traducteur : comme il s'agit ici d'essais et non de service commercial, ce retard ne peut offrir aucun inconvénient, et la transmission aura quand même lieu à la vitesse normale.

Si les résultats obtenus sont satisfaisants et si ce mode d'exploitation paraît avantageux, il sera nécessaire de concevoir un matériel spécialement adapté à cet usage particulier.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur un nouveau procédé d'auscultation des ouvrages en béton ou béton armé et notamment des barrages (A. Coyne, *C.R. Acad. sciences*, 15 février 1932). — Reprenant sans le savoir une suggestion faite il y a près de quarante ans par deux ingénieurs français (1) à propos de la mesure des fatigues des ponts métalliques, j'ai songé à mesurer les déformations des ouvrages en béton ou béton armé en utilisant les propriétés acoustiques des cordes vibrantes.

Si l'on fixe en deux points de la construction à ausculter les extrémités d'une corde tendue, sonore, tout allongement ou raccourcissement du béton compris entre les deux points d'attache, qu'il soit dû au retrait, aux contraintes, ou à la température, se traduit par une variation de la fréquence propre de la corde.

L'influence de la température peut être éliminée si l'on fait choix d'une corde en acier, dont le coefficient de dilatation est, comme on sait, très voisin de celui du béton et si l'on prend soin de la maintenir en équilibre thermique avec son support de béton.

Ce dernier point est capital. Dupuy, qui peut être considéré à juste titre comme le créateur de l'auscultation des ponts métalliques, signalait déjà qu'avec ses appareils

> Les observations doivent être faites autant que possible, par un temps couvert, ou avant le lever du soleil, et par une température ne variant pas brusquement. Si, par exemple, le soleil vient à paraître pendant le cours d'une opération, les tiges des appareils s'échauffent beaucoup plus rapidement que les pièces, à cause de leurs faibles dimensions, et les résultats qu'on obtient sont tout à fait inexacts (2).

---

1. MM. Legrain et Sabouret. Arnodin mesurait également au son les tensions des suspentes de ses ponts suspendus.

2. Dupuy, *Appareil destiné à mesurer le travail du fer* (*Annales des Ponts et chaussées*, 2e semestre 1877, p. 381).

A fortiori lorsqu'il s'agit d'une corde de quelques dixièmes de millimètre de diamètre, tendue au contact d'une matière de capacité et de conductibilité calorifiques très différentes.

La corde est donc tendue à l'avance dans un tube d'acier étanche, qui est noyé à demeure dans le béton. Moyennant cette précaution essentielle, l'appareil de mesure, dont la température ne varie plus que lentement, est sans cesse en équilibre thermique avec le béton qui l'entoure, et la fréquence propre n de la corde varie, à très peu de chose près, comme la racine carrée de l'allongement de son support, déduction faite de l'allongement thermique. La mesure de n renseigne donc sur les effets cumulés du retrait et des contraintes.

La corde est mise en branle à distance par un électro-aimant qui sert aussi à l'écouter, après qu'on a amplifié au moyen de lampes triodes le courant qu'y induit son déplacement. On compare le son, au moyen des battements, à celui d'un fréquencemètre contrôlé par un diapason. Je me suis servi à cet effet d'un fréquencemètre à corde, du modèle de la sirène harmonique et du stroboscope à corde vibrante de M. A. Guillet [1]. On peut substituer à la mesure acoustique une mesure optique ou même un enregistrement au moyen d'oscillographes.

M. Mary a bien voulu faire, sur ma demande, des essais comparatifs sur une poutre en béton de $2^m \times 0^m,40 \times 0^m,40$ enfermant deux éprouvettes ou « témoins sonores » et auscultée extérieurement par les moyens ordinaires. Les mesures acoustiques sont en accord avec les lectures faites au moyen des comparateurs Manet-Rabut ; mais la sensibilité des appareils est très supérieure et permet de déceler des allongements de l'ordre du millionième. La suppression de toute transmission mécanique y est certainement pour beaucoup.

On peut considérer, en égard à la simplicité des moyens mis en œuvre, que l'étalonnage des témoins ne variera pas avec le temps, à l'inverse de ce qui se produit pour les appareils d'auscultation électriques à résistance ou à capacité, sujets à des déréglages très importants avec l'âge ou les changements survenus

1. A. Guillet, *Sirène harmonique à corde. Mesure du module d'Young* (*C. R. Acad. sciences*, 161 [1915], p. 561).

dans leur état physique (température et humidité notamment).

Le procédé ouvre aux ingénieurs de nouveaux champs de recherches. Pour en citer un exemple, on en est encore à se demander quelle est l'importance du retrait du béton en œuvre, comment il évolue avec les contraintes, avec les circonstances atmosphériques et avec le temps, et cela faute de mesures absolues poursuivies pendant un temps suffisant, au moins plusieurs années pour qu'on puisse se donner une vue d'ensemble du phénomène. Scellées à demeure dans la construction et faisant corps avec elle, à l'abri de toute dégradation par les agents extérieurs et par elles-mêmes indéréglables, les éprouvettes acoustiques seront des témoins fidèles de toutes les vicissitudes d'un ouvrage.

Dans le même ordre d'idées, la quasi-simultanéité des observations faites d'un seul poste central, et par le même opérateur, offre des garanties d'exactitude très supérieures à celles des mesures qui sont pratiquées la plupart du temps sur les chantiers.

Le contrôle expérimental de la stabilité des grands ouvrages, auquel Rabut a attaché son nom, est appelé à y gagner beaucoup. Pour les barrages notamment, un ensemble cohérent de mesures comparables entre elles et s'étendant au delà des étroites limites accessibles à la lecture directe peut seul permettre de confronter utilement les résultats du calcul avec la réalité, et d'élucider certains points très obscurs dont la connaissance autorisera de nouveaux et importants progrès dans l'art de construire.

Enfin le procédé permettra de reconnaître si l'état d'équilibre de l'ouvrage ne risque pas d'être troublé par des phénomènes à allure imprévisible, tels que les lentes déformations du sol ou les infiltrations, bien avant que les symptômes n'en apparaissent au jour.

INFORMATIONS.

Deux nouveaux types de câbles sous-marins. — Deux nouveaux câbles, dont la construction repose sur des principes très intéressants, seront posés cette année. Nous donnons ci-après quelques détails sur ces conducteurs.

1. *Câble entre l'Italie et la Sardaigne.* — Ce câble, dont la construction a été confiée à la société italienne Pirelli, sera posé au printemps de cette année entre Fiumicino (près de Rome) et Terranova (Sardaigne), à une profondeur qui atteindra 1500 mètres. Sa longueur atteindra 250 kilomètres ; ce sera donc le câble sous-marin téléphonique le plus long du monde.

Les principes de sa construction se basent sur ceux qui ont été adoptés pour le câble sous-marin Key-West—la Havane (Floride—Cuba). L'âme unique est formée d'un fil central en cuivre d'environ 3 millimètres de diamètre, autour duquel cinq rubans de même métal (de $0^{mm},32$ d'épaisseur) sont enroulés en hélice. La charge inductive du câble est obtenue par krarupisation, au moyen d'une spirale de fil de fer (de $0^{mm},2$), enroulée en hélice étroite autour du cuivre. Le conducteur est isolé par trois couches de gutta-percha (diamètre sur l'isolant : environ $11^{mm},8$), enveloppées par une bande de coton tanné sur laquelle est enroulé un ruban protecteur en cuivre, contre l'attaque des tarets. En vue de diminuer la résistance électrique aux courants téléphoniques, on a prévu, comme pour le câble Key-West—la Havane un deuxième conducteur, non isolé, constitué par 52 fils en cuivre (de $0^{mm},75$ de diamètre), enroulés sur le ruban de protection. Le tout est ensuite recouvert d'une bande de toile, imprégnée d'un mélange à la paraffine et d'un matelas de fil de jute tannée, destinée à recevoir l'armature. Celle-ci se compose de 24 fils en acier galvanisé revêtus de jute.

Au moyen de deux stations amplificatrices, installées d'un côté

à Terranova et de l'autre à Rome, le câble sera connecté, au réseau téléphonique sarde et national. On remarque que, du côté du continent, on a préféré placer la station d'amplification dans la capitale au lieu de l'installer à l'atterrissage du câble. On a prévu, en conséquence, une connection par câble téléphonique spécial souterrain, sous plomb et armé entre la guérite de Fiumicino et le bureau central interurbain de Rome (distance : environ 30 kilomètres).

Le câble permettra de réaliser, en plus de la communication principale téléphonique, une communication téléphonique ordinaire en duplex utilisant deux fréquences porteuses ultra-acoustiques d'environ 3000 p : s.

Dans la guérite de Fiumicino, seront installés les appareils (transformateurs et lignes artificielles), pour la séparation de la communication télégraphique infra-acoustique qui sera cheminée sur une paire de 2 millimètres non pupinisée et des communications téléphoniques et télégraphiques ultra-acoustiques qui utiliseront un circuit à 4 fils (2 paires sous écran) de $1^{mm},5$, pupinisés, du câble terrestre.

Un appareillage semblable a été adopté, même à la guérite de Terranova, quoique le câble de raccordement ne dépasse pas la longueur de 3 kilomètres.

2. *Câble téléphonique entre l'Angleterre et la Belgique.* — Ce câble sera construit par la société Siemens brothers, Woolwich, et posé l'été prochain entre St-Margarets (près de Douvres), et la Panne (Belgique) (distance : 93 kilomètres environ). Il sera composé de 30 quartes, soit 120 conducteurs, divisés en deux groupes de 60 au moyen d'un écran transversal, enveloppés de deux gaines d'un alliage de plomb (0,4 à 0,6 %) et cadmium (0,2 à 0,3 %) sous une armature de fils de fer (homogène) galvanisé ayant un diamètre de 6 centimètres.

Le câble est remarquable en raison du système de charge prévu : ce système est utilisé pour la première fois dans la construction de câbles sous-marins. Le nouveau câble sera construit en deux longueurs de 0,125 mille nautique, divisés en deux catégories, chargées et non chargées. Les conducteurs, chargés et non chargés, auront des diamètres de $0^{mm},9$ et $1^{mm},3$ respectivement.

Les longueurs seront interconnectées, de sorte qu'une longueur chargée sera jointe à une longueur égale non chargée, et vice versa.

On utilisera pour la charge le système de Krarup ; chaque conducteur sera enveloppé d'un fil d'un alliage de fer et de silicon ayant un diamètre de $0^{cm},02$.

En ce qui concerne l'isolement au papier, il n'y a rien de particulier à signaler.

Le poids par mille nautique ne dépassera pas 30.482 kilos.

Caractéristiques électriques du cable : Isolement : La résistance d'isolement de chaque conducteur, mesurée avec 600 volts, tous les autres conducteurs étant reliés à l'enveloppe de plomb, doit être au moins de 15.000 mégohms par mille nautique, après une électrification pendant une minute.

Affaiblissement : Mesuré à 800, 1600, 2400 et 6000 périodes par seconde, l'affaiblissement ne doit pas dépasser les valeurs suivantes : 0,074, 0,079, 0,084, 0,118 népers, respectivement.

Impédance : L'impédance caractéristique des circuits, dans chaque longueur de fabrication et dans la longueur totale du câble, ne doit pas varier de plus de 10 % des valeurs obtenues par l'intermédiaire d'une courbe qui sert à indiquer l'impédance en fonction de la fréquence, et dont les sinuosités les plus irrégulières sont aplaties.

Diaphonie : La moyenne logarithmique que l'affaiblissement diaphonique, mesuré de l'un ou de l'autre bout du câble, aux fréquences de 640, 800, 1100 et 1900 périodes par seconde, entre deux circuits quelconques d'aller ou de retour, l'appareil récepteur étant à l'extrémité opposée de la source de courant ou du côté de cette source, doit être supérieure à 10 népers 1 /2 (*Journal télégraphique.*)

Téléphonie internationale. — Entre les trente-et-un pays d'Europe énumérés ci-dessous, il existait, au 1er novembre 1930, 326 relations téléphoniques ouvertes au public (relation entre deux de ces pays européens). Au 1er décembre 1931, le nombre des relations téléphoniques existant entre ces trente-et-un pays européens deux à deux s'était élevé à 338, ce qui représente un accroissement de $\frac{338 - 326}{326} = 4$ % environ. Comme le nombre total des relations possibles est de $\frac{31 \times 30}{2} = 465$, il manque encore $465 - 338 = 127$

relations pour que le réseau international européen soit réalisé entièrement.

Entre les trente-et-un pays d'Europe précités et les vingt-trois pays d'outre mer énumérés ci-dessous, il existait, au 1er novembre 1930, 296 relations téléphoniques ouvertes au public (relation entre l'un de ces pays européens d'une part et l'un de ces pays d'outre mer d'autre part). Au 1er décembre 1931, le nombre des relations téléphoniques existant entre ces trente-et-un pays européens et ces vingt-trois pays d'outre-mer s'était élevé à 387, ce qui représente un accroissement de $\frac{387 - 296}{346} = 27\ \%$ environ.

Les trente-et-un pays d'Europe dont il s'agit, sont : Albanie, Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Danemark, Danzig, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grande-Bretagne, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lithuanie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Turquie, U.R.S.S., Vatican, Yougoslavie.

Les vingt-trois pays d'outre mer dont il s'agit sont : Argentine, Australie, Brésil, Canada, Chili, Chine, Cuba, Egypte, Etats-Unis d'Amérique, îles Canaries, Indes Britanniques, Indes néerlandaises, Indochine française, Japon, Maroc espagnol, Maroc français, Mexique, Nouvelle Zélande, Paraguay, Siam, Union sud-africaine, Uruguay, Vénézuela.

Premiers soins à donner aux victimes de brûlures par l'électricité, en attendant l'intervention du médecin. — La Commission de sécurité du Syndicat professionnel des producteurs et distributeurs d'énergie électrique a étudié la question des soins à donner aux victimes de brûlures par l'électricité et a rédigé des instructions relatives à ces soins. Nous en retenons le résumé suivant :

A. Brulures par contacts. — Les lésions provoquées par ces brûlures se manifestent immédiatement.

I. *Brûlures de la peau.* — 1° Contact : 1, avec des conducteurs sous tension ; 2, avec un arc ; 3, avec des conducteurs ou des corps portés accidentellement à haute température.

Premiers soins :

a) Nettoyer très doucement la région brûlée et son pourtour avec une compresse de gaze hydrophile stérilisée, imprégnée de vaseline pure stérilisée, ou imbibée d'un liquide huileux (comme le plaganol) ;

b) Appliquer sur la brûlure une compresse un peu plus grande que la lésion et imprégnée soit de vaseline soit de plaganol ;

c) Recouvrir d'ouate et fixer le pansement par une bande.

2° Contact : 4, avec du métal en fusion ; 5, avec divers corps fondus par la chaleur ; 6, avec de l'huile bouillante.

Premiers soins :

a) Eliminer le plus rapidement possible les débris de métal adhérents à la peau ou les corps fondus ou l'huile répandus sur la peau en lavant avec du plaganol la région brûlée ;

b) Procéder ensuite comme en 1° a, b, c.

3° Contact : 7, avec des liquides caustiques (acides ou alcalis).

Premiers soins :

a) Eliminer de la peau, et le plus vite possible, les liquides caustiques par un lavage aussi abondant que possible de la région à grande eau propre.

b) Procéder ensuite comme en 1° a, b, c.

II. *Brûlures du visage, des paupières.* — En cas de brûlures du visage et des paupières, procéder, suivant le cas, d'après les indications ci-dessus : 1°, 2°, 3°. Toutefois, lorsque les brûlures sont légères, on peut, en attendant le médecin, graisser la peau largement avec de la vaseline ou du plaganol sans essuyer et sans placer de pansement.

III. *Brûlures des yeux.* — Lorsqu'il y a brûlures des yeux, il faut recourir aux soins du médecin spécialiste dès que possible.

Toutefois, dans le cas de brûlures par liquides caustiques (acides ou alcalis), l'action de ces derniers est très rapide et peut rendre aveugle si l'on n'intervient pas tout de suite. Il faut laver les yeux immédiatement avec de l'eau propre :

a) soit en faisant couler de l'eau dans les yeux, dont les paupières seront maintenues ouvertes ;

b) soit en faisant plonger la tête du blessé dans un récipient contenant de l'eau propre et en lui demandant, pendant ce temps, d'ouvrir et fermer les paupières ;

c) soit en plaçant la tête du patient sous un robinet d'eau et en lavant soigneusement et abondamment les yeux sous un courant d'eau léger et sans cesse renouvelé.

B. Brulures par exposition aux rayons ultra-violets émanant des arcs (coups d'arcs). — Les lésions provoquées par ces brûlures ne se manifestent pas toujours immédiatement et apparaissent, en général, quelques heures après l'exposition, par une irritation et de la rougeur de la peau et des yeux.

I. *Brûlures de la peau.* — Premiers soins : Voir plus haut : A, I, 1°.

II. *Brûlures des yeux (coups d'arcs).* — Premiers soins :

a) Compresses chaudes sur les yeux ;

b) Bains d'œil avec une œillère préalablement bouillie et remplie de la solution n° 1, dont la composition est donnée plus loin ;

c) En cas de douleur, faire tomber trois ou quatre fois par jour dans l'œil blessé deux gouttes du collyre n° 2, dont la composition est également donnée plus loin.

C. Solutions et matériel nécessaires aux soins. — I. Formules de la solution n° 1 et du collyre n° 2. — Solution n° 1 : Borate de soude, 2^{g} ; eau de rose, 40^{g} ; eau distillée, 500^{cmc}.

Collyre n° 2 : Chlorhydrate de cocaïne, 10^{cg} ; solution d'adrénaline au millième, 2^{g} ; eau distillée, 10^{g}.

II. *Composition de la boîte de secours.* — Gaze stérilisée, 2 boîtes ; coton hydrophile, 3 paquets de 125^{g} ; bande de crêpe de 10^{cm} de largeur, une bande ; bande de crêpe de 7^{cm} de largeur, 4 bandes ; compresses grasses Ercé, une boîte ; compte-gouttes, 4 ; vaseline neutre stérilisée, 10 tubes ; plaganol. (*L'Industrie électrique.*)

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

717.870. Perfectionnements aux mécanismes d'embrayage mise en marche et arrêt, applicables en particulier aux appareil télégraphiques (Creed and Company, Angleterre).

718.050. Couplage de conférence pour télégraphie (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

718.840. Perfectionnements aux appareils transmetteurs de signaux télégraphiques et perforateurs de rubans commandés par clavier (Creed and Company, Angleterre).

718.873. Procédé pour augmenter la symétrie dans les câbles marins téléphoniques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

718.924. Appareil imprimeur par pages perfectionné pour système télégraphique du genre « départ-arrêt » (Creed and Company, Angleterre).

718.963. Perfectionnements aux dispositifs distributeurs pour systèmes télégraphiques ou autres systèmes semblables de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

719.167. Couvercle de cartouche pour tube pneumatique (Société française des tubes pneumatiques, France).

719.488. Nouveau système d'aiguilleur pour appareils télégraphiques (Ateliers J. Carpentier, France).

719.496. Appareil, procédé et dispositifs pour le transport d'énergie en faisant ou non usage de lettres, de chiffres, etc... (Isaac Roet, Pays-Bas).

Téléphonie.

717.997. Dispositif et couplage pour le comptage des communications d'abonnés dans les installations téléphoniques et télégraphiques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

718.177. Perfectionnements aux systèmes électriques de transmission (Electrical research products, Etats-Unis).

718.908. Perfectionnements aux installations téléphoniques (Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson, Suède).

719.054. Perfectionnements aux installations téléphoniques (Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson, Suède).

719.136. Perfectionnements apportés aux installations de téléphonie automatique (P.-J.-R. Jutier, France).

719.232. Clavier à numéros pour téléphone automatique, avec inscription sur bande de contrôle des numéros choisis (Otto Loreij, Allemagne).

719.383. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Automatic telephone manufacturing C°, Angleterre).

719.500. Appareil automatique téléphonique faisant l'appel des pompiers en cas d'incendie, ou « secours-police » en cas de cambriolage (A.-M. Briny, France).

719.550. Disposition de couplage pour installations d'indication à distance (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

719.729. Perfectionnements aux installations téléphoniques (Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson, Suède).

719.744. Arrangements de circuits pour systèmes téléphoniques automatiques et semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

Transmission des images.

718.362. Commande pour dispositif compositeur d'images applicable aux instruments récepteurs de télévision (Telehor Aktiengesellschaft, Allemagne).

> L'entraînement du disque de Nipkow du poste récepteur de télévision est réalisé par deux moteurs accouplés mécaniquement : 1° une roue phonique (ou autre moteur synchrone) servant d'organe synchronisateur ; 2° un moteur asynchrone servant de moteur auxiliaire et alimenté par le secteur de distribution de courant alternatif.
>
> Cela présente sur les dispositifs usuels utilisant comme moteur auxiliaire un moteur à courant continu l'avantage que le moteur asynchrone prend *de lui-même* une vitesse voisine du synchronisme car tous les secteurs de distribution de courant alternatif ont à peu près la même fréquence. La roue phonique n'ayant qu'à parfaire le synchronisme ne nécessite qu'une très faible puissance électrique pour son alimentation.

718.454. Perfectionnements apportés aux procédés et dispositifs d'enregistrement des signaux et images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

> La réception télautographique se fait sur un papier métallisé (procédé Schoop par projection de métal fondu ou procédé par électrolyse) porté sur un cylindre conducteur en regard d'un style inscripteur. Les signaux télégraphiques reçus établissent une différence de potentiel suffisante, entre le cylindre et le style, pour volatiliser le métal en regard de la pointe du style, ce qui produit l'inscription voulue. On utilise par exemple un papier recouvert d'une couche d'étain pur d'environ $0^{mm},006$ d'épaisseur.

718.663. Perfectionnements concernant la télévision (J.H.O. Harries, Angleterre).

L'exploitation du film cinématographique à transmettre électriquement à distance se fait au moyen d'un pinceau lumineux qui se déplace plus lentement sur la partie centrale de l'image (qui présente toujours un plus grand intérêt) que sur les parties périphériques. Par exemple, on utilise pour cette exploration au poste transmetteur un oscillographe cathodique à écran fluorescent sur lequel un point lumineux se déplace sous l'action d'un champ électrostatique engendré par un courant dont la forme d'onde est $i = a \sin \omega t - \frac{a}{3} \sin 3\omega t$, l'image de ce point lumineux mobile se formant sur le film à transmettre derrière lequel est placé une cellule photoélectrique. De cette manière la partie intéressante de l'image reproduite, c'est-à-dire la partie centrale, ressort avec plus de netteté.

718.664. Perfectionnements concernant la phototélégraphie (J.H.O., Harries, Angleterre).

718.713. Perfectionnements concernant la télévision (J.H.O. Harries, Angleterre).

719.171. Perfectionnement aux dispositifs électro-optiques (Electrical research products, Etats-Unis).

719.379. Perfectionnements concernant des appareils de synchronisation électrique (J.-H.-O. Harries, Angleterre).

719.521. Procédé et appareil de télévision (H.-G. de France, France).

719.533. Perfectionnements concernant les appareils de synchronisation électrique (J.-H.-O. Harries, Angleterre).

719.632. Dispositif à décharge à rayon cathodique pour systèmes de télévision et autres systèmes de signalisation (Electrical research products, Etats-Unis).

L'oscillographe cathodique faisant l'objet de ce brevet est destiné principalement aux postes récepteurs de télévision ; il comprend un filament incandescent (cathode émettrice d'électrons) en regard d'une anode perforée pour produire un rayon cathodique, puis deux paires de plaques parallèles disposées orthogonalement pour dévier ce rayon cathodique dans deux directions rectangulaires, puis deux grilles de commande de la brillance du point lumineux produit par l'impact du rayon cathodique sur un écran fluorescent. Ces grilles de commande caractérisent l'invention ; elles agissent sur le rayon cathodique déjà dévié ; elles affectent la forme de deux calottes sphériques très proches l'une de l'autre, à mailles fines ; l'une de ces grilles est au potentiel de l'anode et l'autre au potentiel variable obtenu par les signaux de télévision transportant les caractéristiques de l'image transmise. Ces grilles de commande sont placées très près de l'écran fluorescent, soit toutes deux à l'intérieur de l'ampoule et avant l'écran, soit l'une à l'intérieur de l'ampoule (celle qui est au potentiel de l'anode) et l'autre à l'extérieur de l'ampoule et très près de l'écran fluorescent.

Cette disposition faisant l'objet du brevet permet de commander la vitesse des électrons suivant les fluctuations du courant photoélectrique venant du poste transmetteur sans modifier la direction de leur déplacement de sorte que la déviation du rayon cathodique à un instant quelconque n'est pas affectée par les potentiels variables produits par ce courant photoélectrique.

719.799. Perfectionnements aux systèmes synchronisateurs, applicables particulièrement aux systèmes de transmission d'images (Le Matériel téléphonique, France).

Sur l'arbre du moteur à synchroniser est disposée une bague commutatrice à secteurs isolés et à secteurs conducteurs. Cette bague, pendant sa rotation, sert à interrompre un circuit comprenant une source de courant alternatif à fréquence constante (diapason ou quartz) en série avec le primaire d'un transformateur dont le secondaire agit sur la polarisation des grilles de deux lampes triodes montées en parallèle. Les circuits de plaques de ces deux lampes sont reliés en parallèle au circuit d'excitation du moteur à synchroniser. L'amplitude des oscillations de la source à fréquence constante varie donc suivant les variations de la vitesse du moteur de manière à réagir contre ces variations et à les corriger.

Radiocommunications.

716.759. Antenne à effet directeur (N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

716.774. Perfectionnement aux appareils électriques susceptibles de produire des perturbations dans le fonctionnement des postes récepteurs de T.S.F., (Etablissements Ducellier, France).

717.046. Transformateur-filtre pour amplificateurs de T.S.F. d'ondes de haute fréquence (Ch.-J. Guilbert, France).

717.081. Procédé permettant d'agir sur un courant ou sur une tension électrique (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

717.191. Procédé et dispositif pour la transmission sans fil de signaux (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

717.245. Dispositif de contrôle pour appareils de télégraphie sans fil (G.F.J. Dandridge, Angleterre).

717.253. Dispositif de commande unique pour appareils d'accord d'un poste de T.S.F. (G. Lebret, France).

717.261. Installation d'émission et de réception radiophonique (Eisenbahn Radio Gesellschaft H. Bubna-Littiz et C^1e^, Autriche).

717.278. Récepteur radiophonique à batteries de chauffage et de plaque montées à l'intérieur et facilement interchangeables (R. Brandt, Allemagne).

717.490. Perfectionnements aux appareils récepteurs pour ondes électromagnétiques (J. Robinson, Angleterre).

717. 740. Dispositif automatique de veille radioélectrique (L.-L.-E. Chauveau, France).

717.784. Perfectionnements dans la construction des postes récepteurs de T.S.F., des phonographes à amplificateurs électriques et appareils analogues (La Radiotechnique, France).

717.799. Compensation de la déformation aux basses fréquences dans les postes d'émissions radiotéléphoniques à amplification de la haute fréquence modulée (Société française radioélectrique, France).

718.275. Perfectionnements aux systèmes de signalisation par ondes (J. Robinson, Angleterre).

718.436. Poste d'émission de T.S.F. (E. Winkler, France).

718.463. Récepteur radiophonique de poche (D. Haltrecht, France).

718.617. Perfectionnements aux récepteurs alimentés par un réseau à courant continu (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

718.621. Perfectionnements aux circuits éliminateurs adjoints aux appareils récepteurs pour communications sans fil (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

718.665. Perfectionnements concernant les systèmes de signalisation et particulièrement les communications radioélectriques (J.-H.O. Harries, Angleterre).

39.607. Perfectionnements aux postes à lampes (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France). (2e addition au brevet n° 691.701).

717.855. Procédé de réception et de distribution de la radiophonie (Société de gérance et de représentation Nila, France).

717.858. Perfectionnements à la construction et au montage de châssis ou supports, notamment pour appareils de T.S.F. (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

717.988. Filtre destiné à supprimer des oscillations parasites à haute fréquence sur des conducteurs électriques (N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

718.052. Perfectionnements aux cadres de réception (The Gramophone Company, Angleterre).

718.092. Perfectionnements dans les haut-parleurs électro-statiques (Hans Vogt, Allemagne).

718.816. Perfectionnements dans les récepteurs de T.S.F. (Ideal Werke Aktiengesellschaft für drahtlose Telephonie, Allemagne).

718.905. Support d'équipage mobile pour haut-parleurs électrodynamiques (Eugène Mercier, France).

718.922. Procédé pour le repérage de la direction dans laquelle se trouve un émetteur de T.S.F. émettant des signaux dans différents plans (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

718.987. Montages protecteurs spécialement applicables aux appareils émetteurs-récepteurs d'oscillations (Société de condensation et d'applications mécaniques et M. Touly, France).

719.107. Perfectionnements aux montages détecteurs avec lampe à grille-écran (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

719.293. Perfectionnements apportés aux connexions électriques par fiches, et plus particulièrement aux contacts employés en T.S.F., notamment dans les supports de lampes (R. Maulard, France).

719.359. Perfectionnements aux radio-récepteurs et aux modes d'utilisation de ceux-ci (Radio Corporation of America, Etats-Unis).

719.382. Dispositif pour le montage d'appareils de T.S.F. ou autres pour la reproduction des sons (P. Pieper, Allemagne).

719.603. Perfectionnements apportés aux appareils récepteurs de T.S.F. (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

719.679. Procédé et dispositif pour agir sur les oscillations des courants qui s'écoulent entre les principaux éléments d'une lampe thermoïonique (O. Morino, Italie).

719.765. Perfectionnements aux dispositifs de freinage pour toutes applications et notamment comme frein pour rouet d'antenne (Aéro-Radio, France).

719.837. Perfectionnements aux antennes directives pour ondes courtes (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

719.838. Dispositif pour la retransmission amplifiée des émissions provenant de stations émettrices éloignées (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

719.916. Perfectionnements aux postes récepteurs radiophoniques changeurs de fréquence ou autres (Lucien Genty, France).

39.679. Perfectionnements aux systèmes amplificateurs (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (19e addition au brevet n° 611.997).

39.689. Poste de renforcement ou d'amplification pour câbles à signaux de haute mer (Felten et Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Allemagne) (3e addition au brevet n° 707.435).

39.708. Cadre collecteur d'ondes à trois enroulements constituant un ensemble symétrique et équilibré (E.-L. Boissette, France) (1re addition au brevet n° 686.645).

Divers.

716.712. Dispositif et agencement de couplage pour installations d'avertissement (Siemens et Halske, Allemagne).

717.263. Procédé et dispositif pour transmettre à distance les résultats d'une course de chevaux ou d'une compétition sportive (M. de Wrangel, France).

717.665. Dispositif pour l'émission de courants modulés sur des lignes d'énergie à charge variable (Etablissements Henry Lepaute, France).

717.777. Dispositif servant à désinfecter et à nettoyer les pavillons de téléphones et autres appareils analogues (V. Fraschetti, Angleterre).

719.295. Appareil à maintenir le téléphone pendant l'usage (E. Königsberger, Allemagne).

BIBLIOGRAPHIE.

L'hydrodynamique et la théorie cinétique des gaz, par Y. Rocard, ancien élève de l'École normale supérieure, docteur ès sciences. Préface de Henri Villat. Paris, Gauthier-Villars, 1932. 1 vol. in-8° de x + 160 pages, avec 20 figures. — Prix : 40 francs.

L'ouvrage de M. Rocard donne dans ses cinq premiers chapitres un exposé de la théorie cinétique, exposé critique, mis à jour, et dirigé vers l'application à l'hydrodynamique. L'auteur entre ensuite dans le détail de l'étude des gaz comprimés, puis des gaz raréfiés. Il termine par l'étude des conditions aux limites, c'est-à-dire ici de l'action des parois. Les progrès que cette étude apporte, par comparaison avec la théorie cinétique classique, résultent, conformément à l'esprit de la physique actuelle, de l'introduction hardie d'hypothèses nouvelles, précisant les circonstances des phénomènes élémentaires. Le calcul fournit alors, à partir de ces hypothèses, des résultats nouveaux. L'auteur attire l'attention sur les difficultés qui résultent de l'application logique de ces hypothèses au voisinage immédiat des parois : l'ensemble des molécules subissant l'influence de la paroi ne satisfait plus à la définition du fluide. L'ouvrage de M. Rocard est une importante contribution à des problèmes qui sont parmi les plus difficiles de ceux que pose la physique mathématique. P. L. C.

Le gérant :

Henri Dévé.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 2-6-32.

LES DÉPÊCHES PAR PIGEONS VOYAGEURS
EN 1870-1871

(La mission Dagron-Fernique),

par H. JULIEN,
directeur des Postes et Télégraphes.

MUSÉE POSTAL

C'est au château de Plessis-lès-Tours qu'est née la poste en France, bien que l'institution authentique en fût donnée à Luxies, le 19 juin 1464, au cours d'un déplacement de Louis XI en Artois. Quatre siècles plus tard, pendant la guerre de 1870-1871, Tours vit naître le service des dépêches par pigeons-voyageurs. L'idée de l'emploi de la photographie pour la réduction microscopique de textes vint de plusieurs côtés à la fois. C'est l'histoire des efforts, et aussi des conflits, auxquels donnèrent lieu l'organisation et le fonctionnement de ce service, que nous allons retracer ici.

La question, pour divers motifs, passionna les hommes de 1870. Elle est un peu oubliée aujourd'hui ; mais, si son intérêt purement technique s'est beaucoup amoindri, elle reste riche en enseignements de toute sorte.

***

On sait qu'aussitôt après la capitulation de Sedan les armées allemandes s'avancèrent sur Paris, dont l'investissement était terminé le 19 septembre 1870. Le gouvernement provisoire, qui avait succédé à l'Empire, s'était rendu compte, de bonne heure, que la capitale ne pouvait échapper à un siège et qu'en conséquence les moyens ordinaires de correspondance entre Paris et les départements non envahis seraient bientôt impraticables.

Germain Rampont, directeur général des Postes du gouvernement provisoire, pensa « avoir recours à la voie de l'air et à celle de

l'eau » (Rapport au ministre des Finances du 8 août 1873). Nous laisserons de côté les essais, tous médiocres ou infructueux, auxquels donnèrent lieu les tentatives de correspondance fluviale.

Rampont fit immédiatement appel aux aéronautes, propriétaires et constructeurs d'aérostats, en vue de l'organisation, entre Paris et les départements, d'un service de ballons montés. Ainsi s'établit un mode de correspondance unilatéral, dont les départs furent aussi réguliers que le permettaient les ressources en matériel et en personnel et aussi les circonstances atmosphériques. A cette époque, et plus encore dans ces circonstances, il ne pouvait être question de prévisions météorologiques. Le sondage de l'atmosphère était inconnu ; on s'en rapportait à la direction du vent au sol. L'existence de contre-courants, dans la moyenne atmosphère, causait des surprises d'autant plus graves, qu'à cette période d'automne les vents dominants, venant de l'ouest, entraînaient les ballons dans les régions de l'est, occupées par l'ennemi. Le gouvernement provisoire était resté dans la capitale assiégée. Une délégation, envoyée en province pour organiser la défense nationale, fut rejointe le 9 octobre par Gambetta (1). Il était urgent de créer une liaison entre la délégation et le gouvernement central.

Instruit par Garnier-Pagès, membre du gouvernement provisoire, de ce qu'il existait à Paris plusieurs centaines de pigeons voyageurs, Rampont les fit rechercher, les réquisitionna au nom de l'État et décida, après entente avec leurs propriétaires, qui d'ailleurs s'y prêtèrent avec dévouement, de les utiliser pour organiser un service entre les départements et Paris (2). Les pigeons, préalablement numérotés et classés d'après leurs aptitudes et performances antérieures, seraient emportés de Paris par chacun des ballons montés qui pouvaient être lancés. Lâchés au delà des lignes ennemies les messagers, en regagnant la capitale, rappor-

---

1. La délégation gouvernementale était composée de Gambetta, Crémieux, Glais-Bizoin et l'amiral Fourichon.

2. L'utilisation des pigeons voyageurs n'était d'ailleurs pas nouvelle. Voir à ce sujet : *Les postes françaises*, par Alexis Belloc, p. 573 et suiv..

teraient des dépêches écrites finement sur un papier aussi léger que possible, roulé sous forme d'un cylindre, puis enfermé dans un tuyau de plume attaché à l'une des maîtresses plumes de la queue de l'oiseau. Par ce moyen, le service pouvait avoir lieu dans le sens province—Paris et devenir bilatéral.

Mais les « dépêches pigeons » (c'est ainsi qu'elles furent dénommées) ne pouvaient, en raison de leur poids, qu'être envoyées en nombre restreint. Il était indispensable, pour qu'un pigeon pût rapporter des dépêches étendues et nombreuses, d'employer une substance très légère et un mode d'écriture d'une extrême ténuité. On était conduit ainsi à opérer la réduction photographique du texte à expédier. D'ailleurs, chaque envoi devait faire l'objet d'expéditions multiples, car il fallait compter avec les pigeons qui, pour des causes diverses, ne rentreraient pas au colombier.

Rampont connaissait le système de photographie microscopique pratiqué par Dagron, 66, rue Neuve des Petits Champs à Paris, sur lequel Louis Figuier, dans ses articles de vulgarisation, avait appelé l'attention du public. La photographie microscopique avait fait son apparition à l'exposition universelle de photographie qui se tint à Paris, au Palais de l'industrie, en 1859 : on y voyait des épreuves envoyées par quatre exposants, dont trois français. C'est donc à tort que cette invention a été attribuée à Dagron, qui d'ailleurs perdit plusieurs procès relatifs à l'antériorité de la découverte. Mais, praticien habile et ingénieux, Dagron, qui s'était mis à l'étude de la question, sut l'exploiter commercialement. Dès 1860, il avait fait construire sur ses indications un outillage et des appareils appropriés : objectif à très court foyer, chambre noire pourvue d'un microscope et d'un micromètre pour la mise au point, dispositif optique permettant de suivre le développement de clichés de faibles dimensions [1]. Il obtenait le positif sur verre en photographiant, avec ses appareils spéciaux, un négatif de dimensions normales, utilisant le procédé à l'albumine qui permet une plus grande finesse de

1. Dans le tome III des *Merveilles de la science* (p. 125 et suiv.), Louis Figuier donne la description des appareils Dagron pour la réduction microscopique des épreuves photographiques.

détails que le procédé au collodion sec ou humide, alors très usité.

Il eut l'idée d'associer les positifs en miniature ainsi obtenus (dont certains avaient une surface ne dépassant pas un millimètre carré) à un *stanhope* (sorte de microscope formé d'un cylindre de verre, sur une des bases duquel, est collé, au baume du Canada, une demi sphère de crown-glace) ; l'image était fixée sur la base libre du cylindre ; en appliquant le dispositif entre l'œil et la lumière, l'image apparaît très grossie. Les productions de Dagron eurent un grand succès ; elles se diversifiaient à l'infini, se portant sur le châton d'une bague, les médaillons d'une chaîne de montre, enchassées dans un porte-plume, etc... Leur vogue n'est point assez complètement passée pour qu'on ne rencontre encore de nos jours des objets de ce genre.

Au point de vue de la faible dimension des épreuves, le procédé de Dagron ne laissait rien à désirer ; mais il restait à trouver un support, autre que le verre, de nature à remplir les conditions exigées pour la confection et le transport des dépêches. L'inventeur, consulté au début d'octobre par le directeur général, fit connaître que la photographie microscopique n'était pas utilement praticable sur papier, en raison de la difficulté de réduire la grosseur des grains de la pâte. Mais il s'offrit à étudier les possibilités de réaliser une pellicule plus fine, plus légère et moins altérable que le papier.

Rampont s'était, en même temps, mis en rapport avec Fernique, ingénieur des Arts et Manufactures, 5, rue Barbette à Paris, alors attaché d'Ernest Picard au ministère des Finances, et qui, lui aussi, s'était livré à des recherches sur la microphotographie avec des appareils conçus par Dagron.

A la fin d'octobre, Dagron et Fernique, après avoir poursuivi leurs recherches en collaboration, présentaient au directeur général une pellicule souple ayant une superficie d'environ 4 centimètres carrés et sur laquelle était photographiée la matière d'un journal ordinaire.

Le temps pressait. Bien que la délégation de Tours, comme nous le verrons plus loin, se fût, de son côté, attaquée au même problème, les communications du territoire avec Paris

demeuraient rares et succinctes. Avec l'assentiment du conseil d'administration des Postes, Rampont proposa à Dagron de partir en ballon et d'aller organiser en province un service de correspondances postales photomicroscopiques.

Un traité est conclu le 11 novembre 1870 entre l'administration, représentée par son directeur général et deux administrateurs, Edouard Béchet et Alfred Besnier, d'une part, et Dagron et Fernique d'autre part. Il est convenu que ces derniers se rendront à Clermont Ferrand pour y constituer un atelier de photographie en vue de la production de « dépêches postales microscopiques ». Dagron prend le titre de « chef du service des correspondances postales photographiques ». Il relève directement du directeur général de Paris. Toutefois, le directeur des Postes du Puy-de-Dôme, en tant que délégué de l'administration centrale, organisera, dans les ateliers de Dagron, un service de contrôle chargé de la vérification, de la réception et de la comptabilité des épreuves. Fernique est adjoint à Dagron comme collaborateur et remplaçant éventuel.

La production des dépêches photographiques commencera dans les 24 heures qui suivront l'arrivée à Clermont, la partie essentielle du matériel devant être emportée de Paris, le surplus acheté sur place. A partir du huitième jour de la mise en train des ateliers, l'administration garantit à Dagron la commande journalière de 200 clichés de 1.000 caractères chacun (lettres ou chiffres) jusqu'à expiration du deuxième mois qui suivra. Il lui sera alloué une somme de 13f,50 par cliché photographique, reproduit en épreuves aussi nombreuses que l'administration le prescrira.

Fernique, qui reste étranger aux risques industriels du marché, sera rétribué directement par l'administration, sur le taux de 1f,50 par cliché accepté.

La mission sera transportée gratuitement avec son matériel au delà des lignes prussiennes, dans un aérostat de l'administration des Postes et, à partir du point d'atterrissage, jusqu'à Clermont, par tout moyen de communication praticable. A l'arrivée dans cette ville, il sera payé 25.000 francs à Dagron et 15.000 francs

à Fernique, pour risques de voyage et abandon temporaire de leur situation industrielle à Paris. En cas de décès par suite d'accident résultant du voyage, il était prévu, en faveur de chacune des veuves, une pension annuelle et viagère de 3.000 francs.

Enfin diverses clauses financières prévoyaient le cas où les communications postales seraient rétablies normalement, soit avant la mise en activité des ateliers, soit dans les vingt jours suivant le début des travaux.

La mission emportait des instructions, en date du 11 novembre, à remettre au directeur du Puy-de-Dôme et cent circulaires que ce dernier devait adresser sans retard à ses collègues des départements non envahis « pour les inviter, au nom du directeur général « et comme son délégué, à faire connaître de suite dans le public, « par toutes les voies de publicité, les facilités concédées par le « décret du 10 novembre 1870 relatif à la correspondance par pi- « geons ».

Le contrat, comme on l'a vu, soigneusement étudié, permettait donc à Dagron et Fernique d'espérer, en raison de la valeur de l'argent à l'époque, une large rémunération, en rapport avec les recherches et travaux effectués, avec les fatigues et les dangers qu'ils allaient courir et aussi avec les services considérables qu'ils étaient appelés à rendre.

L'administration se réservait l'acheminement des dépêches-pigeons, la fixation et la perception des taxes des correspondances, la direction et le contrôle du service. Il n'y avait donc pas, comme on l'a prétendu plus tard, abandon du monopole postal en faveur des industriels, chargés uniquement de la production des épreuves photographiques, besogne purement technique et matérielle.

Aux termes du traité, ces derniers devaient « se tenir prêts à partir immédiatement après sa signature ». Il semble bien que celui-ci, rédigé vraisemblablement à la fin d'octobre et signé seulement le 11 novembre ait été remanié à différentes reprises à la demande des bénéficiaires. S'il en était autrement, on ne s'expliquerait guère, le départ ayant eu lieu le 12, que Rampont, confirmé après la guerre dans ses fonctions de directeur général, ait pu dire, dans un rapport

au ministre des Finances en date du 8 août 1873, que « les vents, obstinément contraires, retardèrent de plusieurs jours ce départ. »

Dagron, Fernique et Poinsot, artiste peintre, gendre du premier, partirent par le ballon « le Niepce ». Un second ballon, « le Daguerre », emportait la correspondance postale, le complément des appareils et le personnel auxiliaire, notamment Nobécourt, avec les vingt-cinq pigeons qu'il devait soigner et lancer. Le voyage fut malheureux. Alors que l'on escomptait une direction nord-ouest — sud-est du vent, les deux ballons, aussitôt libérés, dérivèrent en plein est. Au dessus des lignes ennemies, ils n'avaient encore atteint qu'une faible altitude et essuyèrent une vive fusillade. Le Daguerre, atteint, tomba et fut pris. Le Niepce, en se délestant, put s'élever et atterrir dans la nuit à Coole (Marne), à quelques kilomètres de Vitry-le-François. Le matériel était à peine chargé sur deux voitures que l'ennemi survenait et s'emparait de l'une d'elles. L'autre ne put s'échapper qu'à grand peine. Les aéronautes se séparèrent. Après une marche pénible et dangereuse de huit jours dans une région occupée, ils purent gagner les lignes françaises au nord d'Auxerre et réussirent à se regrouper. Le préfet de l'Yonne, Ribière, auquel ils se présentèrent dans le dessein d'obtenir des facilités de transport pour Clermont-Ferrand, leur fit connaître qu'il avait l'ordre d'envoyer à Tours tous les aérostiers et les passagers ayant franchi les lignes. Malgré leurs vives protestations, ils furent dirigés immédiatement sur cette ville, où ils arrivèrent dans la soirée du 21 novembre. Gambetta les accueillit favorablement et les adressa à Steenackers, directeur général des Télégraphes, qui se montra très réservé.

Alors que le directeur général des Postes, placé sous les ordres du ministre des Finances, était resté à Paris, Steenackers, directeur général des Télégraphes, dépendant du ministère de l'intérieur, avait suivi la délégation à Tours. La séparation de ces deux services, aujourd'hui si intimement liés, n'aurait pas présenté d'inconvénients autres que ceux du temps de paix, si chacun d'eux avait pu faire exécuter rapidement ses décisions. A Paris, l'absence du directeur des Télégraphes passait ina-

perçue ; mais le service postal, en province, restait sans directives exactes. La lenteur, la précarité, l'irrégularité des communications rendaient inopérantes ou caduques les instructions que Paris, insuffisamment ou tardivement renseigné, faisait parvenir à un directeur des Postes délégué, le Libon [1], chargé de les faire exécuter, mais ne disposant d'aucun pouvoir de décision. D'ailleurs l'invasion, qui s'étendait, obligeait à des modifications incessantes dans l'organisation postale. Celle-ci devait quotidiennement s'adapter à l'extension continue de l'occupation allemande et au fonctionnement précaire des transports.

Cette situation ne pouvait se prolonger. Pour remédier à la carence forcée du gouvernement central, le décret du 12 octobre 1870 [2], pris par la délégation, plaça l'administration des lignes télégraphiques et l'administration des Postes sous une direction unique. Steenackers fut nommé directeur général des Télégraphes et des Postes, avec Legoff comme secrétaire-général. Le Libon se retira. C'est la première fois, dans l'histoire de l'administration française, que ces mots « Télégraphes et Postes » apparaissent assemblés, mais dans l'ordre inverse de celui qui nous est familier. La réunion des services postaux et télégraphiques devait cesser avec les hostilités ; elle ne deviendra définitive qu'en 1878.

Le gouvernement provisoire ne connut que beaucoup plus tard la décision de la délégation. Le décret fut très mal accueilli à Paris et considéré comme un abus de pouvoir : le gouvernement central voulut l'ignorer systématiquement. Ainsi, s'établit une dualité de direction qui devait nécessairement amener des frictions, puis des dissensions irréductibles. On s'explique d'autant plus mal la résistance du gouvernement provisoire que, dans la capitale même, des discussions entre les ministres des Finances et de l'Intérieur s'étaient déjà élevées, sur la question de savoir si les dépêches-pigeons avaient un caractère postal ou télégraphique. Le commandement militaire, de son côté, en revendiquait la

---

1. Le Libon devait être appelé plus tard aux fonctions de directeur général des Postes (août 1873 à mai 1877).

2. *Moniteur universel* du 14 octobre 1870 (p. 95).

remise, en raison de l'état de siège. Le gouvernement provisoire eut à en délibérer et décida que l'administration des Postes resterait seule chargée de ce service.

Avant même de quitter Paris, Steenackers avait recherché les moyens de maintenir les communications avec la capitale, ainsi que les nécessités de la défense nationale et l'intérêt politique l'exigeaient. De sa propre initiative, il avait emporté à Tours quelques pigeons voyageurs. Jusqu'au 26 septembre, malgré l'investissement de Paris, les transmissions télégraphiques continuèrent à être assez péniblement assurées par un câble sous gutta immergé en Seine et raccordé ensuite au réseau aérien à l'ouest de Paris. Dès la fin de septembre, les premiers pigeons furent lâchés et regagnèrent les colombiers parisiens avec des dépêches finement écrites sur du papier pelure.

Mais l'écriture manuelle, alors seule usitée, n'offrait que des moyens insuffisants et des possibilités très limitées. C'est Barreswill qui imagina d'appliquer la photographie à la reproduction des dépêches. Charles-Louis Barreswill, né à Paris en 1817, ancien élève de Pelouze et collaborateur de Claude Bernard, avait acquis une grande notoriété comme chimiste. En dehors de ses travaux d'analyse, il avait publié, en 1854 (avec Davanne), un traité de *Chimie photographique*. Barreswill exposa ses idées à Steenackers, qui en comprit tout l'intérêt et s'empressa de lui en faciliter la réalisation. On remarquera que les projets de l'administration parisienne, dans le même ordre d'idées, sont nettement postérieurs. Steenackers n'en eut connaissance qu'à l'arrivée de la mission Dagron-Fernique.

Dès le début d'octobre, un atelier de photographie destiné à la réduction des dépêches fut installé à Tours, sous la direction de M. de Lafollye, inspecteur des lignes télégraphiques [1]. Ce chef de service était un fonctionnaire de grande valeur et de haute conscience professionnelle. Entré dans l'adminis-

1. Avant la fusion des services postaux et télégraphiques, le fonctionnaire de l'administration des Télégraphes chef de service départemental avait le titre d'inspecteur des lignes télégraphiques.

tration en 1835, ses aptitudes l'avaient dirigé vers les études techniques. Il s'était intéressé, dès le début, à la photographie et faisait partie de ces nombreux amateurs qui devaient en assurer les progrès et en marquer les étapes. Les résultats obtenus lui avaient valu diverses récompenses honorifiques. Il était donc préparé à la tâche qu'attendait de lui Steenackers et à laquelle s'associèrent Barreswill (qui devait mourir avant la fin de l'année) et un modeste et habile photographe de Tours, Blaise, dont le rôle comme opérateur fut considérable. C'est le 4 octobre que les premières dépêches obtenues par réduction photographique furent expédiées sur Paris.

Quel était, à l'origine le procédé utilisé à Tours ? Nous le connaissons par les notes laissées par Lafollye. La méthode de réduction photographique au départ des originaux, puis l'agrandissement de l'image à l'arrivée et l'envoi de l'épreuve au destinataire, ne fut pas immédiatement écartée. La première partie du projet fut tentée sans succès. En effet, pour permettre de grouper un grand nombre de dépêches sur une même épreuve, il fallait opérer sur des textes de très grande netteté, écrits à la même échelle, formés de caractères de mêmes dimensions, qui pussent subir, par suite, la même réduction. On était ainsi conduit à autographier, sur une feuille de papier d'environ 68 centimètres sur 45, les textes groupés, les uns à la suite des autres, d'une série de dépêches. La reproduction photographique de caractères typographiques étant plus nette que celle de l'écriture manuelle, les planches furent, par la suite, composées par l'assemblage de feuilles, imprimées à Tours par la maison Mame et à Bordeaux par l'imprimerie de Lanefranque. Les planches ainsi composées étaient réduites par microphotographie aux dimensions imposées par celle des tubes à confier aux pigeons. Le négatif, sur verre, permettait l'obtention de positifs sur papier très mince, exempt de toute granulation superficielle, par le procédé à l'albumine et à l'azotate d'argent. Les positifs furent imprimés d'abord sur une face, puis, presque aussitôt, sur les deux faces.

Les dépêches-pigeons étaient alors uniquement réservées aux communications officielles. Les membres de la délégation et leur

entourage ne tardèrent pas à les utiliser pour des communications privées. Ce mode de correspondance (le seul possible entre Tours et Paris) s'étendit rapidement aux amis des uns et des autres. Pour mettre fin aux nombreuses sollicitations du public, un décret de la délégation du gouvernement provisoire, pris à Tours le 4 novembre 1870, admit les dépêches-pigeons ayant un caractère privé et fixa, en même temps, la taxe applicable : 50 centimes par mot, avec maximum de 20 mots. Les correspondances, déposées au choix de l'expéditeur dans un bureau de poste ou de télégraphe du territoire, étaient dirigées postalement sur Tours et traitées par l'atelier photographique dans la même forme que les communications officielles. L'admission des dépêches privées commença effectivement le 8 novembre. Bien que, d'une part, la taxe pût sembler prohibitive [1] et que, d'autre part, l'administration eût cru devoir informer le public que l'État n'assumerait aucune responsabilité en cas de perte ou d'altération et ne rembourserait les taxes en aucun cas, le succès de ce mode de correspondance s'affirma sans tarder et les dépêches affluèrent de tous les points du territoire et même de l'étranger.

Le service des dépêches-pigeons était donc complètement organisé et en pleine activité lorsque la mission arriva à Tours. Il avait produit plus de 10.000 dépêches. Le procédé Dagron pouvait, ainsi que les faits l'ont prouvé, apporter un perfectionnement considérable à l'exécution des épreuves ; mais il importe de préciser, pour la suite de ce récit, que le service existait et fonctionnait régulièrement en dehors du traité passé à Paris. On s'explique, dans ces conditions, l'accueil peu chaleureux de Steenackers. Il semble bien que la mission essaya de s'imposer. De son côté, le directeur général des Télégraphes et des Postes voulut ignorer le contrat, qui ne portait pas l'approbation du ministre des Finances ni la mention d'enregistrement.

En dehors du rôle de collaborateur de Dagron, défini par le contrat du 11 novembre, Fernique avait reçu des pouvoirs spéciaux

---

1. Le décret du 8 janvier 1871 abaissa par la suite cette taxe à 20 centimes par mot.

du directeur général Rampont, pour tenter l'envoi sur Paris de correspondances par voie fluviale. Steenackers lui en fit défense absolue et « le menaça de le traduire devant une cour martiale s'il « allait à Clermont, ajoutant qu'il le ferait fusiller et destituerait « le directeur des Postes du Puy-de-Dôme s'il lui faisait « accueil » (1).

Cependant, en raison de l'ouverture du service aux communications privées, l'atelier photographique de Tours était débordé. Aussi, le 29 novembre, Steenackers fit-il proposer à Dagron et Fernique de les employer à la reproduction des dépêches sous la direction de Lafollye. Ceux-ci demandaient l'exécution pure et simple du contrat du 11 novembre. Après une mise en demeure, ils durent accepter. Pour faciliter la reconstitution de leur outillage, dont une partie, comme on l'a vu, était tombée entre les mains de l'ennemi, Lafollye sollicita le concours des sociétés photographiques de Bordeaux et de Marseille. Des professionnels et des amateurs s'offrirent à mettre leurs ressources en matériel à la disposition du laboratoire. On relève notamment, parmi ces derniers, le nom de Delezenne, neveu du professeur de physique à la faculté de Lille, bien connu par ses travaux sur les courants d'induction. Les produits photographiques avaient été perdus avec les bagages. M. Dagron en acheta sur place et s'en procura en Angleterre. Il réussit même à en faire venir de Paris par ballon : à la suite de circonstances particulièrement heureuses, la réception d'un envoi eut lieu le huitième jour qui suivit l'expédition de la commande par dépêche-pigeon. L'installation se complétait peu à peu.

Les premières épreuves Dagron sortirent de l'atelier le 4 décembre, mais ne furent pas jugées satisfaisantes. Pendant la semaine qui suivit, le procédé donna lieu à des essais répétés.

Cependant, l'invasion s'étendait. Après les combats malheureux sur la Loire, Tours fut menacé. La ville devait subir peu après un commencement de bombardement. Le 10 décembre, la délégation gouvernementale se transportait à Bordeaux, où le service des dépêches photographiques la suivit. Là, il fallut réa-

1. Rapport Lallié.

liser une nouvelle installation, et les travaux photographiques ne reprirent que le 15 décembre. Le transfert des ateliers avait accru le retard antérieur, malgré les efforts de Blaise, qui, pendant ce temps, continuait à assurer la production à Tours. Pour écouler le trafic accumulé à Bordeaux, il ne fallut pas moins de trois imprimeries, qui typographièrent les textes à reproduire. Son procédé n'avait pu être mis complètement au point, mais Dagron et ses collaborateurs firent preuve d'une activité telle, que le 19 décembre, douze groupes de dépêches étaient terminés, alors que la production antérieure de Blaise n'atteignait que quarante-huit groupes. Dans la même période, un photographe de Bordeaux, Terpereau, exécutait aussi quatre groupes dans ses propres ateliers ; mais, ayant été réclamé par le Service géographique de l'armée pour la confection de la carte d'Etat-Major, sa collaboration ne fut que temporaire.

De Lafollye suivit très attentivement cette phase des travaux. Nous retrouvons son opinion dans une lettre adressée au rédacteur en chef du journal *Les Mondes* le 3 avril 1871 : «... mais, si je « rends justice à l'activité de M. Dagron, et à la qualité particulière « de la pellicule dont il se servait comme support des dépêches, je « dois déclarer en revanche que les procédés étudiés à Paris et « que M. Dagron devait appliquer, bien que très séduisants et assez « faciles, peut-être, à expérimenter dans un cabinet de physique, « étaient impraticables dans les laboratoires improvisés, avec un per- « sonnel inhabile et sous la condition d'une production considérable ».

C'est ce qui explique que, sur les instances mêmes de Lafollye, le procédé fut abandonné. On en revint à la méthode photographique ordinaire sur verre pratiquée à Tours, en utilisant les avantages de légèreté et de finesse qu'offrait l'impression sur pellicule pour la confection des épreuves positives. L'emploi de pellicules montrait d'autres avantages : une réduction considérable du temps nécessaire au tirage des positifs et de plus grandes facilités pour la transcription à l'arrivée (substitution à la lecture à la loupe, de la projection sur un écran) (1). Ainsi fut

1. Ce service était dirigé à Paris par l'inspecteur Hulot.

réalisée l'association des deux procédés, ce qui permit de réunir, sur une pellicule de 3cm,8 de largeur sur 7cm de longueur, 9 ou 16 pages qui contenaient ensemble une moyenne de 2500 dépêches, alors que, pendant la période de photographie sur papier, on n'avait pu, sur une pareille surface, reproduire plus de 4 pages.

Les ressources de Dagron et Fernique étaient épuisées depuis longtemps. Ils réclamèrent à Steenackers le payement des travaux effectués. Mais le directeur ne consentit pas à les rémunérer sur le taux prévu au contrat du 12 novembre qui, en effet, s'avérait comme très onéreux pour les finances de l'État. Il fit établir un autre marché, beaucoup moins avantageux, qui fut signé le 31 décembre 1870, approuvé par Gambetta et régulièrement enregistré. Dans une pétition adressée plus tard au président Thiers, le 30 novembre 1872, Dagron expose que, s'il a signé ce marché, c'est qu'il ne lui « restait que deux alternatives : accepter l'arbi- « traire ou abandonner sa mission patriotique ».

Le marché du 31 décembre résume d'abord l'historique de la mission. Il précise comme il suit les conditions d'abandon du procédé photographique étudié à Paris : « ...Mais l'expérience a « fait bientôt comprendre qu'il serait plus expéditif et moins « coûteux d'accepter un autre mode de reproduction proposé « par M. de Lafollye, inspecteur des Télégraphes chargé de la « direction de ce service, ainsi que MM. Dagron et Fernique l'ont « reconnu ». Puis il prévoit le payement d'une somme de 20.000 francs restant due à Dagron sur celle de 25.000 francs qui lui avait été promise pour risques de voyage. Il fixe ensuite le nouveau tarif applicable aux clichés et épreuves. Ce tarif est dégressif. En vue de tenir compte des pertes de matériel éprouvées au cours du voyage, des frais d'installation des ateliers à Tours, puis à Bordeaux, les clichés produits jusqu'au 31 décembre 1870 seront payés 150 francs, accompagnés de vingt épreuves sur pellicules. Après cette date, les prix seront de 90 francs pour les clichés fabriqués dans la première quinzaine de janvier et de 60 francs après cette date. Pour chaque pellicule au delà de la vingtième,

il sera alloué uniformément 2 francs. Les sommes dues sont acquises à raison de 9/10 au profit de Dagron et 1/10 au profit de Fernique et mandatées séparément jusqu'à concurrence de 4/5, le dernier cinquième constituant une retenue de garantie, à régler avec le compte final. Moyennant les prix fixés, Dagron et Fernique se déclaraient indemnisés de tout dommage subi, s'interdisaient toute réclamation ultérieure et renonçaient à se prévaloir, en quoi que ce fût, des stipulations du marché de Paris, Nous verrons qu'ils passèrent outre à cette clause, pourtant si catégorique. Quant aux dépêches officielles, elles devaient être photographiées gratuitement et toute affaire cessante. Cette clause constituait une charge financièrement très lourde, en raison du nombre élevé des dépêches officielles. De plus, on assimila à celles-ci la reproduction de tous les décrets et actes de la délégation parus au *Moniteur* dont le gouvernement central avait réclamé l'envoi.

Le marché prévoyait des clauses techniques précises : mode de livraison des types à photographier par pages typographiques, autographiques ou manuscrites aux frais et à la diligence de l'administration ; groupement des pages par 4, 9 ou 16 suivant la nature et la pureté des types ; numération et pagination des planches ; dimensions des clichés ; conditions à remplir par les pellicules.

Enfin, aussitôt après payement du prix des épreuves afférentes à l'année 1870, Dagron devait initier Lafollye aux détails du procédé, de manière à le mettre à même d'opérer personnellement « sous la réserve qu'il ne le fera pas connaître ». L'inspecteur des lignes télégraphiques était trop correct pour que cette promesse ne fût pas rigoureusement tenue. Nous n'avons trouvé, dans ses notes, aucune précision sur le procédé Dagron. Toutefois, nous avons quelques raisons de penser que le collodion, la glycérine et l'huile de ricin entraient dans la composition des pellicules, qui constituaient la partie originale et neuve du procédé. Après soixante ans d'existence, celles que nous avons vues restent d'ailleurs dans un état de conservation parfait.

La préparation des dépêches-pigeons se poursuivit jusqu'à la fin des hostilités dans les conditions prévues au marché du 31 décembre.

Les difficultés devaient venir, cette fois, des pigeons, dont le nombre et la qualité ne pouvaient que diminuer avec la prolongation de la guerre. Bien que Georges Blay, spécialiste très averti, chargé spécialement du lancer, prît la précaution de ne les lâcher qu'au voisinage des lignes ennemies, l'extension de l'occupation allemande augmentait peu à peu les parcours des courriers. La tempête, le brouillard, le froid empêchaient les départs et retardaient le vol. L'ennemi s'efforçait, par tous les moyens (chasse au fusil, utilisation de faucons), de les détruire ou de les capturer. La température rigoureuse de janvier rendit les départs tout à fait incertains : engourdis par le froid, les pigeons ne s'envolaient plus. On s'explique ainsi que, sur 302 pigeons qui, en 47 départs, furent dirigés sur Paris investi, 59 seulement arrivèrent à destination ; encore ce nombre comprend-il des pigeons qui effectuèrent plusieurs voyages. Pendant la période la plus défavorable, du 7 janvier au 1er février 1871, le nombre des pigeons expédiés fut de 61, en 11 départs. Ils emportèrent 247 pellicules de dépêches officielles et 593 pellicules de dépêches privées. Trois pigeons seulement parvinrent à Paris, le 8 janvier (départ du 7), le 20 (départ du 19) et le 3 février (départ du 1er).

C'est pour parer autant que possible aux irrégularités des arrivées, que les volées de pigeons comportaient ordinairement six courriers, quelquefois plus, mais sans descendre au dessous de trois. Chacun emportait les mêmes dépêches, à peu de choses près.

Les tubes dans lesquels les pellicules étaient introduites pouvaient, en dehors des dépêches officielles, contenir une quinzaine d'épreuves de dépêches privées. Le pigeon-voyageur qui en était chargé portait ainsi environ 35.000 dépêches, dont le poids total ne dépassait pas un gramme, tube compris. Lafollye note qu'il a eu l'occasion de préparer plusieurs envois contenant 18 pellicules, soit 45.000 dépêches privées.

C'est grâce au grand nombre de dépêches qu'un pigeon pouvait emporter qu'il a été possible de renouveler les envois aussi souvent que les messagers ne faisaient pas défaut et jusqu'au moment où Paris en avait accusé réception. Aussi, à l'exception d'un petit

nombre de séries, qui, arrivées rapidement à destination, n'ont été envoyées que six fois, la moyenne a été de 22 expéditions. Certaines épreuves ont fait l'objet de 38 et 39 envois.

Malgré ces précautions, il n'est parvenu à Paris qu'un peu plus de 60.000 dépêches privées sur 95.642 expédiées. Ce nombre comprend 30.000 réponses à des cartes-poste et 1370 dépêches-mandats. Ces deux modes particuliers de correspondance avaient été établis par décret du gouvernement central du 12 novembre 1870. Les cartes-poste étaient expédiées de Paris par ballon à destination des départements non envahis. La réponse, rédigée par oui ou non, était transmise à Paris par pigeons moyennant une taxe fixe d'un franc. Les mandats à destination du camp retranché (admis jusqu'à concurrence de 300 francs) supportaient une taxe de 3 francs en sus des droits ordinaires. (Il s'agit incontestablement de ces dépêches-mandats lorsque Dagron écrit dans la presse qu'il a pratiqué la réduction photographique des mandats, car aucun titre même ne fut photographié.)

Le montant total des taxes recouvrées par le service des dépêches-pigeons s'est élevé à 429.968f,70 dont 336.677f,50 pour l'année 1870.

Les statistiques sont beaucoup moins précises en ce qui concerne les dépêches officielles. Notons toutefois que le rapport Eschassériaux dont nous parlons plus loin, s'élève contre l'exagération de leur nombre et de leur étendue.

La chute de Paris (28 janvier) et l'armistice de Versailles marquaient la fin des hostilités. (1) Un dernier lâcher de pigeons eut lieu le 1er février, la veille du rétablissement des communications.

Il fut décidé, le 3 février, que les originaux des dépêches officielles transmises par pigeons seraient détruits, mais que leur reproduction formerait un recueil, suivi des épreuves contenant les dépêches privées. Le service photographique continua donc à fonc-

---

1. Il y a lieu de signaler, dans la dernière semaine de janvier, l'arrivée à Bordeaux de M. Lévy, photographe à Paris, parti en ballon pour se mettre spontanément à la disposition du service sans réclamer ni indemnité ni salaire, « ce qui était alors peu en usage », note M. de Lafollye. Ses services allaient être utilisés lorsque l'armistice fut signé.

tionner jusqu'au 11 février et réalisa vingt cahiers d'épreuves devant servir de collections. Conformément à ses engagements, l'administration facilita le retour à Paris du personnel et du matériel de la mission, dont le rôle était désormais terminé.

***

La part de Dagron dans l'œuvre commune avait été certes considérable. Son procédé, associé à celui de Tours, avait permis de confier à un pigeon des dépêches dont le texte était huit ou neuf fois plus étendu qu'auparavant. Mais il tenta de s'attribuer tout le mérite, affirmant inexactement que le service des dépêches-pigeons avait été insignifiant avant son arrivée à Tours.

Estimant qu'il avait été lésé, il commença d'actives démarches auprès des membres du gouvernement provisoire, en vue de provoquer la révision de ses créances sur les bases du contrat du 11 novembre. Dans un compte détaillé qu'il produisit, il évalue à 105.000 francs le gain dont il aurait bénéficié s'il lui avait été permis d'exécuter le traité de Paris. A titre de transaction, il réclama le payement de la moitié de cette somme.

Une des raisons données par Steenackers pour justifier sa manière d'agir à l'égard de Dagron, à savoir que le traité du 11 novembre était trop onéreux pour les finances de l'État, ne fut pas accueilli par la commission d'enquête dont il sera question plus loin. Celle-ci estima « que l'économie n'était pas « assez en honneur à Tours pour qu'on fût arrêté par un tel « motif ». Néanmoins, à la fin de l'année 1873, Dagron n'avait pas obtenu satisfaction et aucun indice ne permet de supposer que la question ait été réglée plus tard conformément à son désir. Il est vraisemblable que le ministre a estimé suffisante la somme de 91.764 francs qui lui a été payée en totalité pour l'ensemble de ses travaux et ses risques de voyage.

Mais une autre épreuve lui était réservée. Les aéronautes, les propriétaires de pigeons, les photographes utilisés au service de la carte d'état-major avaient obtenu des récompenses honorifiques

ou pécuniaires. Rampont demanda pour lui la Légion d'honneur. L'enquête faite à cette occasion révéla que Dagron ne pouvait être décoré « en raison de malheurs commerciaux non encore effacés » (1). Fernique le fut à sa place et, appelé seul à déposer devant la commission d'enquête, il parla surtout de ses propres travaux.

Rampont ne lui avait pas cependant ménagé un bienveillant appui. Dans son rapport au ministre des Finances du 8 août 1873, il conclut ainsi : « Dans ces conditions, M. Dagron, par suite de la « non exécution de son premier traité, perdit d'abord la rémunéra- « tion pécuniaire à laquelle il pouvait légitimement prétendre ; « ensuite, à cause d'affaires malheureuses, la récompense honori- « fique dont je le jugeais digne ; enfin, et comme conséquence de ces « faits et à sa non comparution à l'enquête, jusqu'à la notoriété « qui devait s'attacher à son nom en raison du service important « rendu à son pays par l'emploi de procédés photographiques et « autres dont il était en France l'unique possesseur, l'inventeur « souvent et toujours le praticien le plus habile. » Peut-être ces éloges eussent-ils été plus mesurés si le conflit entre les partisans des deux fractions du gouvernement provisoire n'avait atteint alors une extrême acuité. Rampont n'avait pas vu Dagron à l'œuvre. Or la collaboration de celui-ci ne fut pas toujours impeccable. Une certaine raideur de caractère, un manque d'habitudes administratives et, on doit le reconnaître, une mauvaise chance persistante, auraient souvent rendu difficiles les rapports avec Lafollye si celui-ci n'avait placé le bien du service au dessus de tout. Qu'il s'agisse de clichés défecteux (46 % furent refusés), d'épreuves remises tardivement, de la non restitution des planches, Dagron n'admettait pas les observations.

Le photographe devait trouver quelques compensations commerciales à ses malheurs. Sur sa demande, l'administration l'autorisa à répandre dans le public des images photographiques ayant l'apparence des pellicules expédiées pendant l'investissement de Paris, sous réserve que ces productions ne pussent rien em-

1. Il s'agissait non d'une faillite, mais d'une condamnation pour reproduction et vente de photographies licencieuses.

prunter aux dépêches réelles et faire croire à une violation du secret professionnel.

Immédiatement après sa constitution à Bordeaux le 19 février 1871, l'Assemblée nationale chargea le baron Eschassériaux, de sa 5e commission, d'enquêter sur l'état des communications postales et télégraphiques et sur les mesures à prendre en cas de reprise des hostilités. Ce rapport ne fut déposé que le 12 juillet, après la signature du traité de paix (1). La documentation en est sommaire et peu rigoureuse. Dans les lignes qui suivent, on trouve l'amorce des polémiques qui devaient se poursuivre pendant plusieurs années. « Il « est résulté des investigations de la commission», écrit le rapporteur, « la preuve qu'une certaine résistance de la part de M. Steenackers « à tous les essais ordonnés par la direction de Paris a fait subir « au public des retards regrettables. C'est ainsi que le service fut « enlevé aux agents spéciaux envoyés de Paris avec les premiers « pigeons et donné à des personnes moins expérimentées, mais « justifiant sans doute à un plus haut degré la confiance de M. Stee- « nackers. M. Dagron, l'inventeur du procédé de la reproduction « microscopique des dépêches, aurait eu à lutter, dès son arrivée, « avec ce chef de service. Mais, au bout de trois semaines, on aurait « été obligé de le rappeler pour tirer parti d'un procédé dont il pos- « sédait seul le secret ». (2) Cette appréciation, si peu conforme à la vérité, affecta péniblement Lafollye, qui avait ignoré l'ouverture de l'enquête jusqu'à la publication du rapport. Il en résulta un échange de lettres entre l'inspecteur et le rapporteur. Ce dernier répondit que la situation faite à Dagron par le rapport résultait « de documents et de témoignages fournis en l'absence d'attestations contraires ». Il ajouta qu'il ferait, « s'il en avait l'occasion,

---

1. Publié au *Journal officiel* des 30 et 31 juillet 1871. Ce rapport présente un autre intérêt : il aborde « l'étude d'une question pendante depuis plusieurs années : celle de la réunion du service des postes avec celui des télégraphes..., soulevée dès 1862 au corps législatif » (page 2336). Sans s'arrêter aux objections de l'administration des Télégraphes, la commission se prononça pour la fusion.

2. *Journal officiel* du 30 juillet 1871, p. 2316.

son profit des explications » et reconnut que son observation n'avait rien de personnel à l'égard de Lafollye, mais visait uniquement Steenackers (1).

Le rapport Eschassériaux marquait le début des attaques dont la délégation gouvernementale devait être l'objet pendant plusieurs années. Les passions politiques, l'amertume de la défaite, les rancœurs d'inventeurs éconduits après avoir répandu dans le public leur foi et leurs illusions amenèrent l'Assemblée nationale à constituer une commission d'enquête chargée d'examiner les actes de la délégation. Steenackers fut particulièrement mis en cause ; c'est qu'il s'agissait d'atteindre Gambetta, ouvertement accusé dans la presse d'avoir « systématiquement entravé les communications entre les départements et la capitale » et d'avoir « mis Paris au secret (2). La commission d'enquête désigna pour rapporteur Lallié, député à l'Assemblée nationale (3). Elle procéda à des investigations approfondies, sans pouvoir se dégager des passions politiques. Dans la divergence des opinions formulées par Rampont et Steenackers, appelés tous deux à déposer, apparaît le conflit permanent dont nous avons parlé. Steenackers, élu député de la Haute-Marne, avait adressé le 20 février 1871 au gouvernement central, sa démission de directeur général des Télégraphes et des Postes. Il eut, par la suite, quelque peine à se procurer, auprès des services antérieurement placés sous ses ordres, les pièces nécessaires à sa défense. C'est bien à tort, croyons-nous, que le rapport a été sévère pour lui. Il avait montré, à la tête de l'administration, de hautes qualités et fait preuves d'heureuses initiatives, s'efforçant de satisfaire les multiples besoins qui s'étaient manifestés (4).

Aucune suite ne fut donnée aux conclusions de la commission d'enquête. L'apaisement se fit avec le temps, Dagron ayant enfin

---

1. Lettre de M. Eschassériaux à M. de Lafollye, du 22 août 1871.

2. *L'Espérance du peuple*, Journal de la Bretagne et de la Vendée, publié à Nantes, du 16 juillet 1873.

3. Ce rapport a été publié au *Journal officiel* (séance du 22 décembre 1872).

4. Steenackers a exposé son œuvre dans *Les Télégraphes et les Postes pendant la guerre.*

compris l'inutilité de ses efforts pour intéresser la presse à une cause irrémédiablement perdue.

Aujourd'hui, alors que les passions de l'époque se sont éteintes, il apparaît qu'aussi bien du côté de l'administration de la capitale que de celle de province on n'ait pas failli au devoir qui s'imposait. C'est la conception même de l'organisation des services qui était défectueuse. D'autre part, certains des hommes nouveaux appelés à exercer le pouvoir manquaient d'expérience politique et de formation administrative. Lafollye n'avait pas manqué de le remarquer. « Ce qui n'a jamais fait de doute pour aucun fonctionnaire un peu « au courant de son service », écrit-il dans une lettre privée du 17 juillet 1873, « c'est qu'il était étrange que Paris investi et sans « communications régulières avec la province voulût y organiser « un service dont il ne connaissait ni les besoins ni les ressources. « Il fallait le fiévreux amour du commandement qui avait envahi « toutes les têtes pour expliquer le projet de diriger de Paris « le service télégraphique et postal du pays ».

Il est incontestable que l'envoi de la mission Dagron-Fernique à Clermont-Ferrand, à 300 kilomètres du siège de la délégation, en dehors de son autorité et de son contrôle, sans même que celle-ci en fût préalablement informée, constituait une grave erreur administrative. C'était installer « un service dans le service » et créer entre les deux fractions du gouvernement provisoire un antagonisme certain. Là encore, Lafollye avait vu juste lorsqu'il note : « Il semble que la bonne harmonie et l'entente administra- « tive auraient dû conseiller à l'administration centrale d'adresser « à la délégation gouvernementale l'aide que Paris pouvait offrir « à la province, sans faire de ce concours la cause d'un conflit ». On ne saurait donc reprocher à Steenackers d'avoir pressenti les difficultés que le fonctionnement d'un organisme indépendant devait apporter dans le service, déjà si difficile, des communications.

Ainsi était démontrée l'impossibilité de diriger les services du territoire à partir d'une capitale assiégée. L'expérience ne devait pas être perdue. En août 1914, malgré des moyens de transmission nouveaux, le gouvernement de la troisième répu-

blique, en présence de circonstances aussi tragiques, se retira en entier à Bordeaux, tout en maintenant, sous les ordres directs du gouverneur militaire de Paris, un inspecteur général chargé de l'ensemble des services postaux télégraphiques et téléphoniques du camp retranché.

LE TÉLÉPHONE A PARIS [1],

par Emile GOULIGNAC,
directeur breveté des Postes et Télégraphes,
professeur à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes.

Le téléphone, réalisé en mars 1876, par Graham Bell, conquit droit de cité à Paris le 30 septembre 1879.

Des autorisations furent d'abord accordées à plusieurs concessionnaires ; mais, en 1880, la « Société générale des téléphones » racheta toutes ces concessions et le téléphone devint un monopole, d'abord pour cette société, puis, à l'expiration de sa concession en 1889, pour l'État.

En 1880, il n'y avait encore que quelques centaines d'abonnés à Paris, parmi lesquels on comptait vingt-deux journaux, soixante-dix banques, de nombreux agents de change et des courtiers en marchandises. Le téléphone interurbain n'existait pas encore. Le commerce et l'industrie adoptèrent d'enthousiasme l'innovation, qui se développa à grande allure.

Jusqu'en 1907, les installations furent faites en batterie locale, Le poste de l'abonné était pourvu d'une magnéto dont la manœuvre provoquait au bureau la chute d'un volet correspondant à la ligne de l'abonné appelant. La téléphoniste, après avoir pris l'appel, établissait la communication, soit directement si l'abonné demandé était relié au même bureau, soit par une ligne d'intercommunication s'il appartenait à une autre circonscription téléphonique. La conversation terminée, l'abonné demandeur devait à nouveau actionner sa magnéto : cette manœuvre avertissait l'opératrice, par la chute d'un volet, qu'elle devait rompre les connections. Les manœuvres étaient compliquées pour l'abonné ; s'il oubliait,

---

1. Cet article présente la situation du réseau de Paris au 31 mars 1932.

en fin de conversation, de manœuvrer sa magnéto, sa ligne restait branchée au central. D'autre part, l'opératrice n'avait aucune possibilité de suivre les communications en cours ; son rendement était faible.

C'est tout à la fois pour simplifier les manœuvres des abonnés et celles des opératrices que la batterie centrale fut substituée à la batterie locale. En outre, le rendement des opératrices s'en trouva augmenté ; enfin il leur fut possible de surveiller les communications.

Le système à batterie centrale fut tout d'abord limité à l'appel et ensuite intégral.

La transformation du réseau de Paris en *batterie centrale limitée à l'appel*, commencée en 1907, fut terminée en 1909. La magnéto est supprimée chez l'abonné, à qui il suffit de décrocher son appareil pour boucler sa ligne sur la batterie centrale du bureau et provoquer ainsi l'allumage d'une lampe d'appel placée au dessus du jack local auquel aboutit sa ligne. Lorsque la conversation a pris fin, l'abonné raccroche son combiné. Cette simple manœuvre allume une lampe dite de supervision, ce qui prévient la téléphoniste de la fin de la communication. L'abaissement lent et à plusieurs reprises du crochet de l'appareil allume cette même lampe par éclats ; l'opératrice est ainsi avertie que l'abonné requiert son intervention pour régler un incident. Dans la batterie centrale limitée à l'appel, le microphone du poste est alimenté par une pile placée chez l'abonné. La présence de cette pile causait des dépenses élevées d'entretien.

Depuis 1920, seuls les appareils dans lesquels le microphone est alimenté par la batterie centrale du bureau sont autorisés dans le réseau de Paris. Ces appareils sont dits à *batterie centrale intégrale*.

A Paris, nous obtenons d'une opératrice de départ, desservant en moyenne cent abonnés, un rendement de 160 à 180 communications à l'heure. C'est un résultat remarquable si l'on considère qu'une demande de communication, émanée d'un bureau, est à destination d'un autre bureau, ce qui fait entrer en jeu les intercommunications.

En principe, chaque central téléphonique urbain peut recevoir 10.000 abonnés, répartis sur 100 *groupes de départ* à raison de cent abonnés par groupe.

Les communications demandées à partir des autres bureaux du réseau sont établies par des *groupes d'arrivée*, au nombre de 55 environ. Chaque opératrice d'arrivée a, soit devant elle, soit à sa droite, soit à sa gauche, les 10.000 jacks auxquels aboutissent les lignes des abonnés. C'est ce que l'on appelle le *multiplage*, c'est-à-dire la dérivation, sur chaque ligne, d'un nombre de jacks égal au tiers du nombre des positions d'arrivée.

Certains groupes d'arrivée assurent les relations avec le bureau interurbain : ce sont les *groupes intermédiaires*.

La modernisation de l'outillage, comme aussi le prix relativement faible de l'abonnement forfaitaire, contribuèrent puissamment au développement du réseau parisien. Le nombre d'abonnés, qui était de 45.000 environ au 1er janvier 1910, atteignait 65000 au 31 juillet 1914. Cette progression se ralentit pendant la guerre ; cependant, au 31 décembre 1918, le réseau comptait 76.000 abonnés, répartis en seize circonscriptions, savoir : Wagram, Elysées, Nord, Auteuil, Gobelins, Fleurus, Passy, Gutenberg, Louvre, Trudaine, Central, Bergère, Archives, Roquette, Saxe, Marcadet.

Au cours des quatre années de guerre, la qualité de notre outillage baissa, faute d'entretien.

Depuis 1912, la *téléphonie automatique* avait pris un essor prodigieux, et, lorsque se posa, en 1919, la question du remplacement des multiples manuels à bout de souffle, l'administration française s'engagea résolument dans la nouvelle voie.

On ne saurait aborder ici la description technique des mécanismes commandés à distance par le cadran sur lequel un abonné compose le numéro du correspondant qu'il veut appeler. Ce qui fait surtout la complication du mécanisme, ce n'est pas tant la recherche méthodique de l'abonné, faite suivant des procédés très simples, grâce à la subdivision en centaines, dizaines et unités, mais c'est surtout parce que le bureau central doit se prêter à un très grand nombre de recherches simultanées dont chacune doit avoir lieu sans gêner les autres. Il faut, en effet, non seulement assurer la re-

cherche de l'abonné demandé, mais s'assurer, au cours des différentes sélections que cette recherche implique, qu'il est libre ou déjà engagé dans une conversation, lui envoyer le courant d'appel, saisir l'instant où il raccroche son combiné pour provoquer la déconnexion du mécanisme, et enfin marquer une unité de conversation au compteur de l'abonné demandeur, La simple énumération de ces opérations, toutes indispensables, montre que les circuits sont très compliqués, que le nombre des électro-aimants est considérable (de l'ordre de 100.000 pour un bureau de 10.000 abonnés) et que la mise au point de ces mécanismes a été extrêmement laborieuse.

Pour adapter la téléphonie automatique au service d'une agglomération urbaine aussi importante que Paris, il y avait une grande difficulté à vaincre : il fallait prévoir une longue période pendant laquelle automatique et manuel coexisteraient sans que, pour cela, la qualité du service fût amoindrie. Ce problème a été résolu, à Paris, par l'utilisation des positions à indicateur lumineux d'appel et de la sélection directe.

Dans le sens automatique vers manuel, le numéro composé par l'abonné vient s'inscrire au bureau manuel en chiffres lumineux devant une opératrice d'arrivée qui a, nous l'avons déjà vu précédemment, à sa portée les jacks généraux de tous les abonnés de la circonscription. Elle donne suite à la communication dans la forme ordinaire.

En sens inverse, manuel vers automatique, la téléphoniste de départ du bureau manuel reçoit l'appel de son abonné. Elle dispose d'un clavier comportant dix boutons, numérotés de 0 à 9, et des lignes d'intercommunication vers tous les bureaux automatiques. Il lui suffit donc de prendre l'une des lignes la reliant au bureau de l'abonné demandé et de frapper sur son clavier le numéro d'appel de cet abonné. A partir de ce moment, tout se passe comme si l'appel émanait d'un bureau automatique.

Actuellement, seize des séries téléphoniques parisiennes sont complètement équipées en automatique : Carnot, Wagram, Galvani, Vaugirard, Diderot, Gobelins, Trudaine, Danton, Odéon, Passy, Nord, Combat, Botzaris, Archives, Turbigo, Ségur, soit plus de 91.000 abonnés sur les 189.000 du réseau. Si l'on considère que le

premier de ces bureaux, Carnot, a été ouvert le 22 septembre 1928 et le dernier, Ségur, le 23 janvier 1932, on peut mesurer le chemin parcouru en trois ans et quatre mois.

L'effort va aller en s'intensifiant pendant quatre ans : à la fin de 1935, le réseau parisien sera complètement transformé en automatique, avec une capacité de 290.000 lignes et une réserve pour l'extension d'environ 60.000 lignes. On aura réalisé, pour Paris, une avance de deux années sur le programme initial.

La transformation de la banlieue suburbaine, qui va s'amorcer cette année par la mise en service de l'autocommutateur Alésia, sera terminée en 1937, avec vingt centres de groupement ayant une capacité totale de 83.000 lignes.

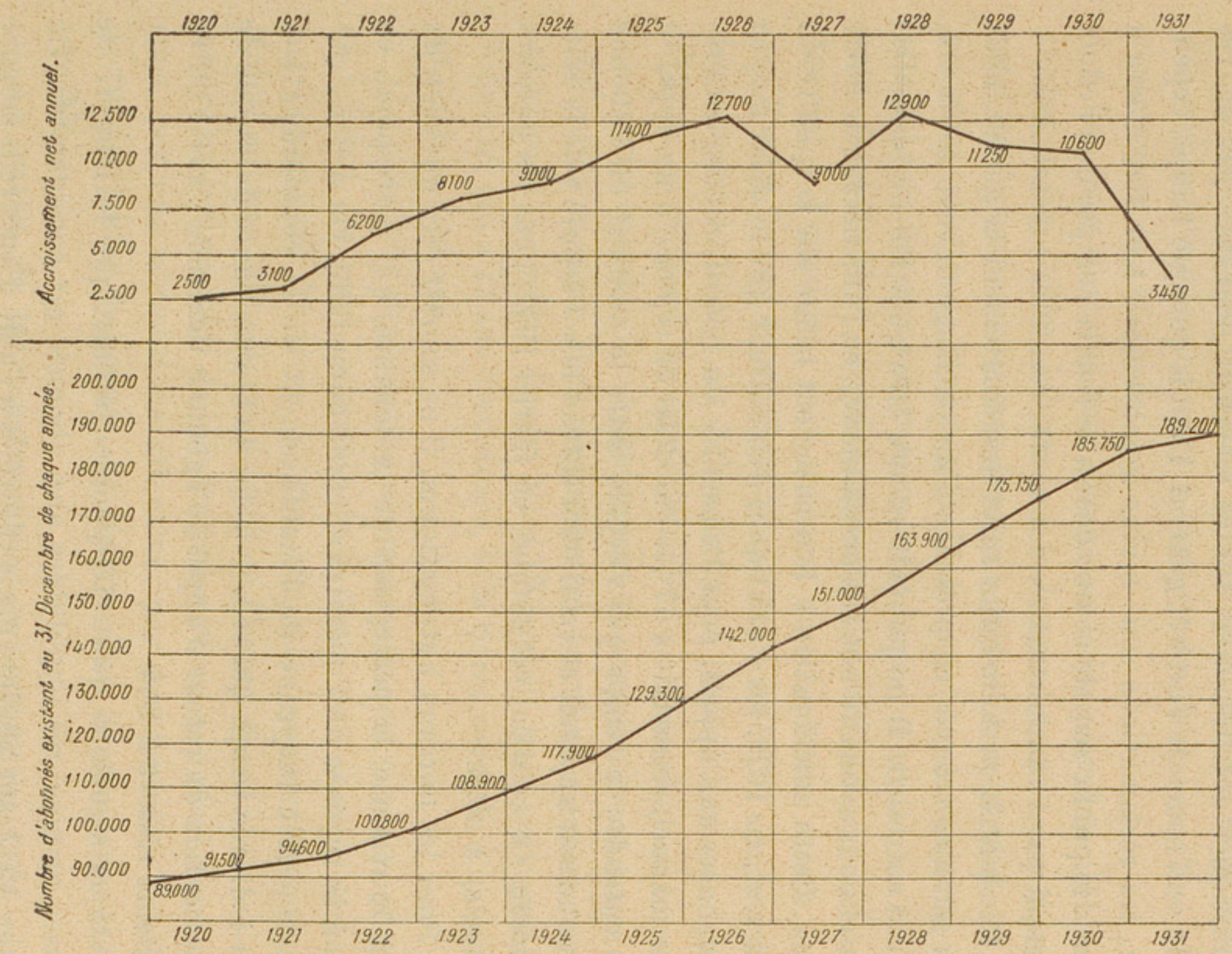
Après ce bref historique, il est intéressant de jeter un coup d'œil sur le développement du réseau parisien, qui reflète, tout au moins depuis la guerre, les fluctuations de l'activité économique.

Il a été dit précédemment que le nombre d'abonnés principaux, qui était de 45.000 au 1er janvier 1910, atteignait 65.000 au 31 juillet 1914, et 76.000 au 31 décembre 1918. Ce nombre est passé à 189.000 au 31 décembre 1931. Le rythme d'accroissement a été assez irrégulier entre 1919 et 1931 : très faible en 1929 (2.500) et 1931 (3.450), il a été très accéléré au cours des années 1925 (11.400), 1926 (12.700), 1928 (12.900), il est en décroissance depuis, avec une chute brusque en 1931 (voir les deux courbes ci-jointes). Au cours des mois de janvier et de février 1932 (le fait est sans précédent dans les annales du réseau), le nombre des résiliations est sensiblement égal au nombre d'abonnements nouveaux, alors qu'en période normale les abonnements nouveaux eussent dépassé, pour ces deux mois, d'environ 3.000 les résiliations.

Les chiffres qui précèdent sont ceux qui se rapportent aux *postes principaux*, disposant tous d'une ligne reliée à un bureau central téléphonique.

A côté des postes principaux, se trouvent les *postes supplémentaires*, dont l'accroissement est beaucoup plus rapide. En 1929, pour 11.250 postes principaux nouveaux, il y a eu 15.000 postes supplémentaires, et en 1930, 19.400 contre 10.600 postes principaux.

On est donc certainement au dessous de la vérité en disant que,



Courbes d'accroissement du réseau téléphonique de Paris
du 31 décembre 1919 au 31 décembre 1931

dans l'ensemble, le nombre des postes supplémentaires est un peu supérieur à celui des postes principaux et que, par conséquent, à Paris, 400.000 personnes au moins disposent d'un appareil téléphonique.

La qualité du service fourni à notre clientèle a donné lieu à des critiques acerbes, dont toutes n'étaient peut-être pas dictées par le seul souci de l'intérêt général. Depuis quelque temps, cependant, les réclamations sont moins nombreuses ; leur ton même a baissé : le public semble commencer à se rendre compte que l'effort accompli par l'administration donne des résultats substantiels.

Pendant la période qui a suivi immédiatement la guerre, nous nous sommes trouvés en présence d'un outillage devenu médiocre, faute d'entretien, Il ne pouvait encore être question de le moderniser et nous avons dû nous en accommoder, en l'améliorant de notre mieux. Cette amélioration a heureusement influé sur la qualité du service et, en 1926, les statistiques démontrent que le délai moyen de réponses aux appels, pour l'ensemble du réseau, encore entièrement manuel, ressortait à $17^{s},4$. Par délai de réponse à un appel, il faut entendre le temps qui s'écoule entre le moment où l'abonné décroche son appareil et celui où il entend le « J'écoute » de la téléphoniste. Or ce délai est tombé, en février 1932, pour les bureaux manuels, à $8^{s},8$.

Pour les bureaux automatiques, il ne saurait être question du délai de réponse, la perception de la tonalité, qui correspond, en fait, à la réponse de l'opératrice, étant immédiate. On a donc calculé la durée moyenne de l'établissement de la communication, c'est-à-dire le temps qui sépare la fin de la manœuvre du disque de la perception du retour d'appel de l'abonné demandé : cette durée moyenne ressort à $8^{s},5$.

Nous signalons qu'en téléphonie automatique le nombre de fausses manœuvres imputables aux abonnés est considérable. En février 1932, sur 28.800 appels contrôlés à l'aide d'appareils enregistreurs, 3.350 n'ont pu aboutir du fait des demandeurs, soit environ 11,5 %.

Peut-on dire qu'en téléphonie manuelle toutes les erreurs sont imputables aux téléphonistes ? Nous ne le croyons pas. Il ne saurait

d'ailleurs être question de mettre systématiquement le personnel hors de cause, d'autant moins qu'en vue de la transformation du réseau en automatique nous avons dû recruter des opératrices auxiliaires, qui ne présentaient pas toutes les mêmes garanties professionnelles que les titulaires.

Les abonnés se plaignent particulièrement des faux numéros, des communications coupées à tort et des mises en tiers sur des communications en cours.

Les faux numéros sont, pour une large part, imputables à la confusion des chiffres inhérente à la langue. Aussi recommandons-nous de décomposer les nombres qui prêtent à confusion. La téléphoniste collationne la demande. L'abonné doit, de son côté, rester attentif, vérifier que son numéro a été bien compris et, en cas d'erreur, faire rectifier immédiatement. Ces recommandations, qui figurent à l'annuaire, sont toujours restées lettre morte.

C'est à l'usure du matériel qu'est due souvent la coupure à tort des communications : les fiches tiennent imparfaitement dans les jacks et, en rompant les connexions d'une communication terminée, l'opératrice entraîne involontairement un cordon servant à une communication en cours. Fort heureusement, les vieux meubles manuels ont disparu (Gobelins, Passy, Nord, Wagram), sauf un cependant, Roquette, qui a 23 ans d'existence, et la durée normale d'un meuble est évaluée à 15 ans.

La mise d'un tiers sur une communication en cours a pour cause, en général, un essai imparfait de la ligne de l'abonné demandé, par l'opératrice d'arrivée. Si l'on considère que cette opératrice établit environ 300 communications à l'heure, force nous est d'admettre un pourcentage de fausses manœuvres, que nous nous efforçons, par une surveillance attentive, par des contrôles massifs à partir des postes d'abonnés, de réduire dans la plus large mesure possible.

La partie de la transformation en automatique du réseau parisien déjà faite a permis de réaliser une économie importante en personnel « opératrices ». Au 1er septembre 1928, à la veille de la mise en service du premier autocommutateur (Carnot). le réseau comptait 159.000 abonnés, pour le service desquels 6.480 opératrices

étaient nécessaires. Au 31 décembre 1931, avec 189.000 abonnés, dont 82.000 reliés aux quinze séries équipées en automatiques à cette date, l'effectif des « opératrices » n'était plus que de 5.640 unités. Or l'augmentation de 30.000 abonnés enregistrée du 1er septembre 1928 au 31 décembre 1931 eût exigé, si le réseau était resté exploité entièrement en manuel, le recrutement de 1.140 téléphonistes, ce qui eût porté l'effectif à : 6.480 + 1.400 = 7.620. C'est donc un bénéfice de : 7.620 — 5.640 = 1.980 unités qui a été réalisé. Non seulement la transformation du réseau jusqu'au 31 décembre 1931 a permis d'éviter le recrutement des 1.140 unités qui eussent été normalement nécessaires aux besoins de l'extension de l'exploitation en manuel, mais encore nous avons pu, au moyen des 780 unités pratiquement récupérées (5.640 au 31 décembre 1931 contre 6.420 au 1er septembre 1928), satisfaire aux besoins très importants résultant de l'extension de l'Interurbain, du Régional, du Centre de comptabilité, de l'ouverture des centres de transit et de la banlieue suburbaine. Au cours des années 1932 et 1933, nous escomptons un bénéfice de 2.480 unités.

Au 31 décembre 1933, vingt-neuf séries seront desservies par autocommutateurs, savoir :

Carnot,	Trudaine,	Botzaris,	Anjou,	Opéra,
Wagram,	Danton,	Archives,	Auteuil,	Invalides,
Galvani,	Odéon,	Turbigo,	Jasmin,	Littré,
Vaugirard,	Passy,	Ségur,	Kléber,	Roquette,
Diderot,	Nord,	Etoile,	Marcadet,	Ménilmontant.
Gobelins,	Combat,	Elysées,	Trinité,	

Les années 1934 et 1935 verront la fin de la transformation du réseau téléphonique de Paris, avec les séries déjà existantes ou d'extension suivantes :

Provence,	Laborde,	Madeleine,	Lorette,	Dorian,
Balzac,	Mirabeau,	Pigalle,	Central,	Gutenberg,
Niel,	Ornano,	Suffren,	Taitbout,	Louvre.

II. Service suburbain.

L'amélioration du service téléphonique dans la banlieue immédiate est, depuis quelques années, l'objet de nos préoccupations.

Jusqu'en 1926, les abonnés de banlieue étaient reliés au bureau de poste de leur commune. On avait ainsi des réseaux d'importance très inégale, dotés d'un outillage désuet. L'exploitation en était très difficile et sa qualité médiocre légitimait les plaintes du public.

On a commencé par supprimer cette poussière de réseaux en constituant des *centres de groupement*. Le siège de chaque centre est naturellement la localité la plus importante du groupe. A ce siège, ont été rattachés les réseaux de moindre importance constituant le groupe.

Le centre de groupement a été appelé d'un nom qui correspondait autant que possible à sa situation géographique. Le choix de ces noms n'est pas indifférent : il faut, en effet, tant pour Paris que pour la zone suburbaine, éviter que les trois premières lettres de deux indicatifs ne fassent la même combinaison sur le disque de l'appareil automatique d'abonné.

Le tableau ci-dessous donne la répartition des communes par centres et l'importance de chacun de ces centres.

NOM ET SIÈGE du centre.	LOCALITÉS reliées.	NOMBRE d'abonnés par centre au 1er mars 1932.
ALÉSIA (Montrouge).....	Montrouge, Malakoff, Gentilly, Chatillon, Bagneux, Arcueil	1.808
AVRON (Bagnolet).....	Bagnolet, Montreuil-sous-Bois	1.443
CHARLEBOURG (Bois-Colombes).	Bois-Colombes, Colombes, La Garenne-Colombes.....	2.355
CLIGNANCOURT (St-Ouen).	Saint-Ouen	782
DAUMESNIL (Vincennes) .	Vincennes, St-Mandé.....	1.945
DÉFENSE (Courbevoie) ..	Courbevoie	1.639
FLANDRE (Aubervilliers)..	Aubervilliers, la Courneuve..	848
GRAVELLES (St-Maur-des-Fossés)	St-Maur, la Varenne, Créteil, Joinville-le-Pont	2.302
GRÉSILLONS (Asnières)...	Asnières, Gennevilliers	2.102
MAILLOT (Neuilly)	Neuilly	4.469
MOLITOR (Boulogne)	Boulogne, Billancourt	2.044
	A reporter.....	21.737

NOM ET SIÈGE du centre.	LOCALITÉS reliées.	NOMBRE d'abonnés par centre au 1er mars 1932.
	Report.....	21.737
PÉREIRE (Levallois)	Levallois, Clichy	2.534
PLAINE (St-Denis)	St-Denis, Ile-St-Denis, la Plaine-St-Denis	1.257
TREMBLAY (Nogent)	Nogent, Fontenay-sous-Bois, le Perreux	1.950
VAL D'OR (St-Cloud).....	St-Cloud	1.009
VILLETTE (Pantin).....	Pantin, Pré-St-Gervais, les Lilas, Romainville	1.124
Ces seize centres fonctionnent tous déjà en batterie centrale.		
Les centraux qui suivent sont encore en batterie locale (sauf Suresnes et Puteaux, qui vont former le groupement Longchamp, équipé en batterie centrale) ; ils passeront directement en automatique en 1933 et 1934.		
BELLEVUE	Bellevue, Meudon	618
CHARENTON	Charenton	622
ENTREPOT (St-Maurice) ..	Alfort, Alfortville, Maisons-Alfort, St-Maurice	886
CLAMART	Clamart	562
ISSY-LES-MOULINEAUX ..	Issy-les-Moulineaux	468
ITALIE	Ivry, Kremlin, Villejuif, Vitry, Port-à-l'Anglais.....	1.327
NOISY-LE-SEC	Noisy-le-Sec	269
PUTEAUX	Puteaux	755
SÈVRES	Sèvres	544
SURESNES	Suresnes	740
VANVES	Vanves	325
		36.737

Pour ces bureaux, encore équipés en batterie locale, les circuits qui les desservent dans le sens banlieue—Paris ont été reliés directement à des autocommutateurs de Paris. Les opératrices de banlieue disposent d'un clavier qui leur permet de sélectionner, par une frappe de sept chiffres, l'abonné de Paris. Ce clavier consiste essen-

tiellement en un dispositif de renvoi d'impulsions avec enregistrement mécanique sommaire : Ainsi 342 circuits exploités dans le sens banlieue—Paris sont rattachés à Paris.

Les abonnés de Puteaux et de Suresnes vont être rattachés très prochainement à un nouveau bureau, équipé en batterie centrale. Ce bureau formera le centre de groupement Longchamp, avec 122 circuits (sens banlieue—Paris) qui seront rattachés à l'automatique Etoile, dont l'ouverture est imminente. Ce même automatique recevra les 91 circuits du centre de groupement Charlebourg.

Nous aurons donc très prochainement : 342 + 122 + 91 = 555 circuits exploités dans ces conditions. C'est évidemment là un progrès considérable dans l'exécution du service téléphonique de la zone suburbaine.

Il eût été souhaitable de pouvoir le généraliser ; mais les disponibilités existant sur les autocommutateurs de Paris sont insuffisantes. Il s'agit, en effet, de liaisons travaillant à plein rendement et dont chacune équivaut à dix abonnés, et il fallait songer d'abord à la zone régionale, encore plus pauvrement dotée que la banlieue immédiate.

Sur 2.000 circuits qui servent à écouler le trafic de la zone suburbaine vers Paris, si l'on excepte les 550 qui sont exploités comme il vient d'être dit, il en reste encore 1.450 qui sont rattachés à des *centres de transit* fonctionnant aux bureaux Carnot, Vaugirard, Diderot, et Combat. La communication est demandée par l'opératrice de banlieue au centre de transit dont son bureau dépend. La téléphoniste de ce centre dispose d'un clavier de sélection directe qui lui permet d'obtenir l'abonné de Paris demandé : directement si celui-ci est relié à un bureau automatique, par l'intermédiaire d'une position d'arrivée à indicateur lumineux d'appel si le correspondant demandé est rattaché à un central manuel. Cette exploitation donne lieu à des critiques, car elle échelonne trois opératrices sur une seule communication et quatre s'il s'agit d'une communication de la banlieue pour la banlieue transitant par deux centres de transit. Le remède, nous l'avons déjà dit, consisterait en l'équipement normal du circuit comme une ligne d'abonné automatique avec, au bureau de banlieue, un envoyeur d'impulsions commandé par

un clavier afin de ne pas diminuer le rendement de l'opératrice. Il n'y a aucune impossibilité matérielle à équiper ainsi les multiples manuels de banlieue, mais nous avons été limités par la possibilité de recevoir les circuits dans les bureaux automatiques de Paris. Nous avons donc tout d'abord doté de ce perfectionnement les bureaux de banlieue à batterie locale dont l'outillage est complètement périmé :

Dans le sens Paris—banlieue, nous disposons d'environ 2.100 circuits. L'exploitation est différente suivant que les communications sont demandées par des abonnés reliés à des bureaux manuels ou par des abonnés rattachés à des centraux automatiques.

Dans le premier cas (bureaux manuels), la communication est aiguillée sur un centre tandem. Quatre centres fonctionnent à Paris : Ménilmontant, Danton, Desrenaudes et Nord. La demande venant du bureau manuel arrive à une opératrice du centre tandem intéressé, celle-ci dispose des circuits qui lui permettent de l'acheminer vers le centre de banlieue auquel est rattaché l'abonné demandé. Les centres tandem diminuent évidemment d'importance au fur et à mesure de la transformation des bureaux manuels en automatique ; ils disparaîtront lorsque cette transformation sera achevée.

Dans le second cas (bureaux automatiques), la combinaison faite par l'abonné à l'aide de son cadran d'appel fait apparaître le numéro de l'abonné de banlieue demandé sur une position à indicateur lumineux d'appel du centre de transit intéressé. Il a déjà été parlé de ces centres de transit à l'occasion de l'exploitation suburbaine dans le sens banlieue—Paris. L'opératrice du centre de transit achemine la demande de communication comme dans le cas précédent.

Les centres de transit eux-mêmes diminueront d'importance à mesure que la zone suburbaine sera équipée en automatique, pour disparaître à la fin de la transformation. Le programme prévoit la transformation en automatique des centres de groupement au rythme indiqué ci-dessous :

1932 :	Alésia (B. C.)	6.000	lignes
1933 :	Michelet (B. L.) (comprend actuellement Clamart, qui sera groupé avec Issy et Vanves)	4.000	—
	Italie (B. L)	4.000	—
	Entrepôt (B. L.) (Groupement encore incomplètement réalisé ; comprendra : Charenton, St-Maurice, Alfort, Alfortville, Maisons-Alfort)	4.000	—
1934 :	Péreire (B. C.)	5.000	—
1935 :	Observatoire (B. L.) (Groupement non encore réalisé ; comprendra : Sèvres, Meudon, Bellevue)	3.000	—
	Défense (B. C.)	4.000	—
	Avron (B. C.)	4.000	—
	Daumesnil (B. C.)	5.000	—
1936 :	Molitor (B. C.)	5.000	—
	Clignancourt (B. C.)	2.000	—
	Plaine (B. C.)	3.000	—
	Val d'Or (B. C.)	2.600	—
1937 :	Tremblay (B. C.)	5.000	—
	Gravelle (B. C.)	6.000	—
	Flandre (B. C.)	2.400	—
	Grésillons (B. C.)	5.000	—
	Villette (B. C.)	4.000	—
	Charlebourg (B. C.)	6.000	—
	Longchamp (B. L.) (va être incessamment transformé en B. C. ; comprendra Suresnes et Puteaux)	3.400	—
		83.480	—

soit au total vingt bureaux automatiques, qui disposeront de quelque 83.000 lignes. Si l'on considère que la banlieue suburbaine compte actuellement 37.000 abonnés environ, on voit que ce programme laisse de larges possibilités d'extensions.

III. Service régional.

Examinons maintenant ce qui a été fait pour la zone dite *régionale*, qui comprend les localités situées dans une couronne concentrique à celle que forme la banlieue suburbaine. Les limites de cette zone régionale sont formées par un cercle d'environ 25 kilomètres de rayon dont le centre serait Paris. Les

réseaux qui la composent sont indiqués à l'annuaire (page 14 de l'édition de 1932).

Les communications de Paris pour cette région sont restées extrêmement difficiles jusqu'à l'ouverture, en octobre 1927, du bureau Régional, qui fonctionne à Paris, rue du faubourg Poissonnière. On s'est préoccupé de réaliser une exploitation sans attente, c'est-à-dire qu'un bureau de la zone relié au multiple régional puisse être obtenu aussi rapidement qu'un abonné de Paris.

Le Régional comporte actuellement 108 positions d'opératrices, disposant du multiplage de tous les circuits et de lignes d'appel avec tous les bureaux de la capitale.

L'abonné de Paris, s'il est relié à un bureau manuel, demande le Régional à son opératrice de départ ; s'il est rattaché à un bureau automatique, il forme le nombre 11 sur son cadran d'appel. Dans les deux cas, il est aiguillé par une ligne d'appel vers une téléphoniste du Régional, qui prend note de sa demande sur une fiche de taxation et fait aboutir la communication par un circuit desservant le réseau de la zone auquel est rattaché l'abonné demandé. La communication est donc donnée, dans la majorité des cas, par la voie même qui a servi à la demander. Ce n'est que dans le cas, d'ailleurs très rare, où aucun circuit n'est libre vers la localité demandée, que la communication a lieu par rappel de l'abonné demandeur.

Le trafic de ce bureau n'a cessé de s'accroître. La moyenne des communications par jour ouvrable, qui était de 13.775 dès après l'ouverture en octobre 1927, pour 406 circuits, s'est élevée, en février 1932 à 28.000 pour 590 circuits. Pendant la période des vacances, en 1931, elle a dépassé 30.000. Il ne semble pas que la crise économique actuelle ait eu d'effet, jusqu'à présent tout au moins, sur le rythme d'accroissement du trafic régional.

Les communications de la zone régionale pour Paris sont écoulées par 800 circuits environ, dont 730 sont rattachés à des autocommutateurs de la capitale. Les téléphonistes de banlieue disposent donc de claviers qui leur permettent d'obtenir directement un abonné quelconque de Paris. C'est l'exploitation que nous avons réalisée, en partie, pour la zone suburbaine.

Il reste encore 70 circuits à équiper en automatique. Ils vont

être reliés incessamment à l'automatique Etoile, dont la mise en service est prévue pour le 16 avril 1932.

Il faut souligner l'énorme progrès que représente ce perfectionnement, pour une région à partir de laquelle il était très difficile d'obtenir Paris.

IV. Service interurbain et international.

A partir de 1880, l'amélioration de la puissance des appareils d'abonnés, grâce à la meilleure qualité des microphones, permit de réaliser la téléphonie à grande distance, sur des lignes aériennes en fil nu atteignant plusieurs centaines de kilomètres. Au début de ce siècle, on téléphonait jusqu'à 1.500 kilomètres.

Quant aux câbles, ils se révélaient comme absolument impropres à la téléphonie interurbaine au-delà de 100 kilomètres et, de plus, l'affaiblissement de la propagation électrique se faisait sentir, surtout sur les fréquences aiguës de la voix humaine, qui y prenait un son caverneux, inacceptable pour les relations téléphoniques.

Vers 1910, il semblait que l'essor de la téléphonie interurbaine fût limitée par des conditions physiques insurmontables. Lorsque la merveilleuse invention de la lampe à trois électrodes permit d'amplifier à volonté les courants alternatifs, des savants se préoccupèrent d'adapter cette lampe au fonctionnement d'*amplificateurs téléphoniques* pouvant servir indifféremment dans les deux sens. Le problème était pratiquement résolu vers 1916 et, dès la fin de la grande guerre, la téléphonie interurbaine prit un nouvel essor.

Ces amplificateurs furent placés, sur les câbles souterrains, tous les 150 kilomètres environ. Ce procédé, conjugué avec la pupinisation, qui consiste à mettre en série, tous les 4 kilomètres, sur chaque fil souterrain, une bobine de self-induction additionnelle dont l'appoint donne rigoureusement aux circuits considérés un affaiblissement de la propagation électrique qui soit le même pour toutes les fréquences utiles en téléphonie (400 à 2.000 p : s), ce procédé, disons-nous, a permis de ne plus limiter par aucune condition de distance les communications téléphoniques internationales. La

limite n'est imposée que par les dépenses énormes que représente l'établissement des câbles souterrains.

La qualité des conversations téléphoniques sur des distances qui dépassent parfois 10.000 kilomètres est souvent supérieure à celle d'une conversation urbaine à Paris. Il n'y a rien qui doive étonner dans cette remarque que, parfois, des gens non avertis prennent pour un criterium de la mauvaise qualité du service téléphonique à Paris. En effet, le jeu des amplificateurs échelonnés sur les grandes artères souterraines permet de remonter, en des points définis du parcours, le niveau électrique de la transmission à une valeur rigoureusement égale à celle qu'il avait au départ. Le coût très élevé de l'appareillage qui permet ce résultat limite son emploi à la téléphonie à grande distance, le prix de l'unité de conversation étant calculé en conséquence ; on ne saurait appliquer ces méthodes à la téléphonie urbaine, qui vise en premier lieu à livrer l'unité de conversation au meilleur marché possible.

Le bureau central interurbain de Paris, vers lequel convergent les circuits aériens et câbles souterrains, est un organisme extrêmement important qui mérite une étude spéciale.

En 1911, 450 circuits, dont 15 internationaux, aboutissaient à ce centre ; le service y était assuré par 500 opératrices. A la fin de 1931, 1.770 opératrices écoulaient le trafic de 2.000 circuits (dont 152 internationaux). La moyenne journalière des communications (en unités de conversation), qui était de 66.200 en janvier 1923 pour 820 circuits, s'est élevée à 131.500 en décembre 1931 pour 2.000 circuits. Le service international a pris une importance qu'il convient de souligner.

Avant la guerre, les liaisons internationales se limitaient aux pays voisins : Allemagne, Belgique, Espagne, Angleterre, Italie, Pays-Bas, Suisse. Depuis la mise en service des câbles souterrains et l'utilisation de la radiophonie, le nombre de ces liaisons s'est considérablement accru ; en voici la liste :

1927 : Autriche, Danemark, Hongrie, Suède et Norvège, Tchéco-Slovaquie,
1928 : Portugal, Yougoslavie, Canada, Etats-Unis, Cuba, Mexique ;
1929 : Finlande, Luxembourg, Pologne, République Argentine ;
1930 : Dantzig, Esthonie, Lettonie, Lithuanie, Australie, Brésil, Chili, Indes

néerlandaises, Indo-Chine française, Uruguay, Maroc ; en outre, des communications téléphoniques peuvent être échangées, par l'intermédiaire du bureau de Londres, entre tous les bureaux français et les paquebots des lignes Grande-Bretagne—New-York équipés pour assurer un service radiotéléphonique ;

1931 : Roumanie, îles Baléares, îles Canaries, Nouvelle-Zélande.

Le service, au Poste central interurbain, est assuré par deux groupes de tables bien distincts.

L'un de ces groupes écoule le trafic avec les localités dotées d'un nombre de liaisons tel, que l'obtention des communications subit une attente appréciable. A ce groupe, est associé le service dit des *annotatrices*, qui prend note des demandes sur des tickets de taxation, qui sont acheminés par un réseau de tubes pneumatiques sur les tables de ce groupe.

L'autre groupe sert à exploiter les circuits dont le nombre est suffisant pour que les communications puissent être données très rapidement. C'est la méthode du trafic direct. Ce sont, en général, les localités reliées à l'Interurbain par les circuits souterrains qui bénéficient de cette exploitation sans attente. Voici la liste, établie au 1er mars 1932, des localités exploitées au trafic direct, tant au départ qu'à l'arrivée (voir p. 590) :

Les téléphonistes qui desservent les tables de trafic direct de départ prennent elles-mêmes note de la demande sur le ticket de taxation. Le mode opératoire est le suivant : L'abonné de Paris rattaché à un bureau manuel, dès qu'il a perçu le « j'écoute » de sa téléphoniste, répond : « Interurbain pour..... » (en indiquant la localité avec laquelle il désire communiquer). La téléphoniste, après avoir collationné cette demande, la met en communication par ligne auxiliaire, avec le service des aiguilleuses à l'Interurbain. Si l'abonné de Paris est relié à un central automatique, il compose le chiffre 10 ; le mécanisme envoie l'appel sur le service des aiguilleuses à l'Interurbain. Suivant la localité qui lui est indiquée, l'aiguilleuse dirige l'appel : ou sur une annotatrice s'il s'agit d'une localité reliée aux tables du trafic avec attente, ou sur le service du trafic direct pour une localité rattachée à ce service.

Dans le premier cas (trafic avec attente), l'annotatrice prend note de la demande sur la fiche d'après les renseignements qui lui

sont donnés par le demandeur ; celui-ci indique son propre numéro d'appel, celui du correspondant qu'il désire obtenir et le réseau téléphonique auquel ce dernier est rattaché. L'annotatrice collationne cette demande et indique la durée probable de l'attente. La fiche est acheminée, par un réseau intérieur de tubes pneumatiques,

LOCALITÉS reliées au trafic direct.	CIRCUITS exploités dans le sens Paris—province.	CIRCUITS exploités dans le sens province—Paris
Tours	7	6
Nantes	9	6
Deauville	5	7
Reims	8	10
Lille (et sa banlieue) :		
Roubaix-Tourcoing	35	53
le Havre	26	27
Nancy	10	12
Lyon	25	26
Amiens	11	12
Bordeaux	14	10
Strasbourg	10	9
Melun	7	13
Rouen	27	36
Marseille	11	12
Bruxelles	11	11

sur la table interurbaine qui dessert la localité demandée. Cette fiche est classée à son rang par l'opératrice interurbaine ; la communication est établie à son tour. Le demandeur est rappelé par un groupe d'arrivée, dit *intermédiaire*, placé dans le bureau urbain auquel ce demandeur est rattaché, qu'il s'agisse, d'ailleurs, d'un central manuel ou d'un central automatique. Les heures de commencement et de fin de la communication sont portées sur la fiche à l'aide d'une horloge imprimeuse appelée *calculographe*. Ces indications serviront ultérieurement à la taxation.

Dans le second cas, où la localité demandée est desservie au trafic direct, l'aiguilleuse dirige le demandeur sur la section du trafic direct intéressée. Les circuits rattachant le réseau demandé à l'In-

terurbain étant multiplés devant toutes les opératrices de la section, ainsi que les lignes d'appel venant des aiguilleuses, une opératrice libre prend l'appel, dont l'arrivée lui est signalée par l'allumage d'une lampe. Elle remplit une fiche, tout comme l'annotatrice dans le cas précédent. Elle établit la communication du côté de la province à l'aide d'un circuit disponible, sonne l'abonné demandé et rappelle le demandeur par le groupe intermédiaire du central urbain auquel le demandeur est relié. Comme précédemment, les heures de commencement et de fin de la communication sont portées sur la fiche.

Les communications dans le sens province—Paris sont établies sur des tables spéciales d'arrivée. Elles ne donnent pas lieu à taxation à Paris ; les manœuvres de mise en liaison sont simples, ce qui permet de confier aux téléphonistes interurbaines qui les desservent un plus grand nombre de circuits qu'au départ.

La mise en service des câbles souterrains à grande distance constitue la première des étapes dont l'ensemble tend vers un but bien déterminé : l'adaptation du réseau français au service universel et permanent, qui permettra l'échange des conversations entre deux postes téléphoniques quelconques, quels que soient la distance et le nombre d'intermédiaires qui les séparent.

On peut mesurer le chemin parcouru en comparant les durées d'attente à l'Interurbain, il y a seulement cinq ans, aux délais très réduits qui sont actuellement imposés à notre clientèle interurbaine. L'augmentation du volume du trafic, que nous avons indiquée précédemment, prouve nettement que notre clientèle use largement des nouvelles facilités que nous lui offrons.

Dans tous les domaines de la téléphonie, on voit que de grands progrès ont été réalisés. Si la continuation de l'effort financier, amorcé depuis bientôt huit ans, se poursuit, la France ne tardera pas à rattraper le retard qu'elle avait, retard que la guerre avait considérablement augmenté.

Nous conclurons en disant que l'administration ne mérite pas les attaques dont elle est trop souvent l'objet. Elle a travaillé dans le silence que lui commandait sa situation d'organe de l'État et avec

des moyens limités. Sa revanche est la réponse éloquente des résultats accomplis [1].

---

1. Les renseignements d'ordre technique qui figurent dans cette étude ont été extraits, avec l'autorisation de l'auteur, d'un article paru dans le *Génie civil* (novembre 1930) sous la signature de M. Reynaud-Bonin, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, directeur des Services téléphoniques de Paris, professeur à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes.

RELATION

entre la longueur d'une ligne téléphonique aérienne en fil nu et le nombre des dommages causés par la foudre sur les appareils et les câbles qui lui sont reliés,

par David STENQUIST,
ingénieur des Télégraphes à Stockholm.

Pour trouver une relation possible entre la longueur d'une ligne aérienne en fil nu et le nombre des destructions causées par la foudre sur les appareils et les câbles reliés à cette ligne, j'ai rassemblé des statistiques portant sur une année et relatives à des bureaux téléphoniques du sud-ouest de la Suède. Les systèmes de transmission téléphonique étudiés comprennent :

1° un appareil téléphonique d'abonné (les appareils d'abonnés n'ont pas de paratonnerre) ;

2° une ligne aérienne en fil nu, reposant sur des isolateurs de porcelaine fixés sur des poteaux en bois ;

3° un câble reliant les lignes aériennes et les appareils du bureau téléphonique ; sur le circuit de tous les fils, à leur entrée dans le câble, sont intercalés des paratonnerres.

Le résultat est le suivant :

Longueur de la ligne nue.	Nombre des destructions.	Longueur de la ligne nue.	Nombre des destructions.
0 à 1km	154	7 à 8km	10
1 à 2	50	8 à 9	6
2 à 3	43	9 à 11	4
3 à 4	28	10 à 11	1
4 à 5	24	11 à 12	2
5 à 6	24	12 à 13	5
6 à 7	18	13 à 14	3

Longueur de la ligne nue.	Nombre des destructions.
0 à 100m	8
100 à 200	21
200 à 300	32
300 à 400	14
400 à 500	15
500 à 600	17
600 à 700	10
700 à 800	8
800 à 900	10
900 à 1000	19

Cependant, il est aussi indispensable de savoir le nombre des lignes de chaque groupe. Cette question coïncide avec la question de la densité de la population, c'est-à-dire la loi suivant laquelle le nombre des abonnés varie avec la distance au bureau téléphonique. J'ai effectué une étude de ce genre à l'égard de dix bureaux. Il est apparu que le nombre des abonnés qui ont des lignes nues de moins de 100 mètres est approximativement égal au nombre des abonnés qui ont des lignes dont la longueur est comprise entre 100 et 200 mètres, et aussi égal au nombre des abonnés qui ont des ignes dont la longueur est comprise entre 200 et 300 mètres, etc... Cela peut être expliqué comme il suit. Les abonnés, autour d'un bureau téléphonique assez petit, demeurent généralement le long des routes qui sortent, comme des rayons, du bureau téléphonique, et les abonnés le long de la même route demeurent à la même distance moyenne les uns des autres. En supposant cela, on voit que la plupart des destructions causées par la foudre ont lieu (non seulement absolument, mais aussi relativement) quand les longueurs des lignes nues sont entre 200 et 300 mètres. Puisqu'un maximum existe, le résultat est le même si l'on suppose que la densité de la population est inversement proportionnelle à la distance du bureau téléphonique.

On peut expliquer ce maximum si l'on considère

1° la grandeur du champ de foudre efficace ;

2° la grandeur de la capacité et de l'isolation des lignes.

Selon les études de Wilson et de Norinder, on peut supposer que le diamètre du champ de foudre efficace est environ de 4 kilomètres. De plus, on peut classer les lignes en trois groupes : 1) les

lignes très courtes (0 à 200 mètres) ; 2) les lignes qui n'appartiennent pas au premier groupe mais qui néanmoins sont plus courtes que le diamètre du champ de foudre efficace (200 à 4000 mètres) ; et 3) les lignes, qui sont plus longues que le diamètre du champ de foudre efficace (4000 mètres). Pour les lignes du premier groupe, la capacité est si petite, que la quantité d'électricité absorbée généralement ne suffit pas à causer une destruction. Les lignes qui appartiennent au deuxième groupe sont chargées par la foudre sur toute leur longueur ; le risque d'être endommagées est, pour les lignes de ce groupe, d'autant moindre que leur longueur est plus grande ; l'isolement de la ligne s'affaiblit, en effet, quand cette longueur augmente. Comme l'isolement est moindre, la quantité d'électricité a le temps de s'écouler à la terre avant qu'une destruction n'ait eu lieu. En ce qui concerne les lignes qui appartiennent au troisième groupe, deux circonstances interviennent pour diminuer le risque : d'abord la ligne est assez longue, pour qu'une partie seulement en soit située dans la zone dangereuse de champ de foudre : pour cette raison, la capacité augmentée de la ligne a un effet de défense ; en second lieu, les lignes du troisième groupe sont sujettes aux destructions par la foudre dans une moindre mesure parce que leur isolement est plus petit.

C'est seulement par exception que la ligne nue elle-même est endommagée : ce sont les appareils qui lui sont raccordés qui sont détruits. Selon une étude statistique concernant 1125 rapports, j'ai trouvé la proportion suivante des diverses causes de destruction.

appareils d'abonné	38,7 °/₀,
boîtes de câble	12,8 °/₀,
parafoudres et bobines de protection	31,4 °/₀,
annonciateurs	13,0 °/₀,
reste	4,1 °/₀.

Sur les systèmes de transmission téléphonique, on a jusqu'ici placé de préférence des paratonnerres quand les lignes nues sont longues. Nous venons de voir que c'est, au contraire, si les lignes nues sont courtes que les systèmes de transmission ont surtout besoin de paratonnerres.

LA PARAGUTTA,

nouvel isolant pour câbles sous-marins, [1]

par A.-R. KEMP.

Jadis, les câbles sous-marins de grand fond étaient utilisés uniquement pour la télégraphie ; mais, depuis quelques années, on s'en sert de plus en plus pour la téléphonie. Les liaisons téléphoniques exigent l'emploi de câbles de qualité très supérieure à ceux que l'on emploie en télégraphie. Les pertes dans l'isolant deviennent très importantes pour les fréquences élevées de la transmission téléphonique et l'isolement des câbles sous-marins doit être radicalement amélioré.

La longueur maximum des câbles téléphoniques de grand fond ne dépasse guère 100 milles et la construction des câbles transocéaniques avec les matériaux ordinairement utilisés était considérée comme pratiquement impossible.

Le développement rapide de la radiotéléphonie transocéanique pendant ces dernières années a créé le besoin de câbles téléphoniques sous-marins de grand fond pour compléter ce service, surtout lorsqu'il se produit des perturbations atmosphériques. De plus, la téléphonie par courants porteurs permet d'augmenter le trafic écoulé sur les câbles sous-marins de faible longueur. Dans le cas de câbles de faible longueur, l'emploi de fréquences de plus en plus élevées pour la téléphonie par courants porteurs exige les mêmes qualités d'isolant que la téléphonie à fréquence vocale sur des câbles de grande longueur.

Pour ces raisons, on a entrepris une étude détaillée des causes de pertes et d'autres défauts électriques des isolants employés pour

---

1. Traduction d'un article paru dans le *Journal of the Franklin institute* (janvier 1931) et dans *The Bell system technical journal* (janvier 1931).

les câbles sous-marins et l'on a recherché des matériaux de meilleure qualité. Ces études ont permis de fabriquer un nouvel isolant, appelé *paragutta*, qui dérive, comme son nom l'indique, du caoutchouc et de la gutta percha. On a décrit dans cet article ce nouvel isolant et l'on a indiqué les résultats des essais auxquels on l'a soumis pour reconnaître s'il répondait bien à ces besoins.

En raison de ses remarquables propriétés électriques, l'utilisation de la paragutta au lieu de la gutta pour l'isolement des câbles téléphoniques et télégraphiques permet aussi bien d'améliorer la transmission que de réaliser des économies de matériaux de construction en modifiant la structure du câble.

Gutta-percha et balata. — La gutta percha et la balata ont été universellement adoptées pour l'isolement des câbles sous-marins de grand fond depuis le début de l'industrie des câbles sous-marins, il y a quelque 75 ans. Bien que les propriétés électriques de ces substances ne satisfassent pas les exigences de la téléphonie moderne, leurs propriétés mécaniques conviennent particulièrement bien à l'isolement de câbles sous-marins. Cela est tellement vrai que la gutta-percha peut être considérée comme l'isolant type qui doit être imité de près pour réaliser un isolant satisfaisant au point de vue mécanique. Ceci est heureux, car l'emploi d'un isolant dont les propriétés diffèrent radicalement de celles de la gutta-percha signifierait l'abandon des capitaux ayant servi à constituer l'outillage spécial ainsi qu'à entraîner un personnel et pourrait compromettre la sécurité de pose des câbles de nouveau type. Remarquons, en passant, qu'aucune fabrication n'exige un degré de sécurité aussi élevé, en ce qui concerne les défauts accidentels, que celle de l'isolement des câbles sous-marins ; ce fait explique le conservatisme qui règne dans cette industrie.

Puisque les propriétés mécaniques de la gutta-percha sont presque idéales pour les câbles sous-marins, on peut définir les qualités mécaniques d'un isolant par rapport à celles de la gutta-percha. L'isolement à la gutta-percha, qui contient souvent une certaine quantité de balata, est fabriqué avec des matières premières soigneusement choisies, qui sont lavées et appliquées très

uniformément. Le ramollissement de la gutta-percha par la chaleur facilite beaucoup ces opérations et permet de l'appliquer sur un conducteur en plusieurs couches, de façon à former une enveloppe continue, d'épaisseur très égale et sans défauts mécaniques. Une fois appliquée, la gutta-percha durcit rapidement lorsqu'on la plonge dans l'eau froide. Sa dureté et sa compacité sont nécessaires pour permettre au câble de supporter les opérations de manutention dans l'usine, ainsi que celles de la pose, de la relève et de la réparation. La substance chaude, plastique, adhère bien au conducteur et permet d'effectuer facilement les jonctions entre les tronçons du câble, aussi bien à l'usine que sur le navire câblier.

En plus de ces excellentes qualités mécaniques, propres à la gutta-percha, elle possède des caractéristiques électriques convenant particulièrement bien à la construction de câbles sous-marins. Sa qualité électrique la plus remarquable est que ses propriétés électriques ne se modifient pas après la pose pendant plusieurs années.

On extrait la gutta-percha de la sève de plusieurs espèces d'arbres qui poussent à l'état sauvage dans les forêts de la péninsule de la Malaisie et des îles de l'Océan Indien. Les produits obtenus avec les différentes espèces d'arbres ne sont pas du tout équivalentes : leur humidité et les proportions d'hydrocarbures, de résines et d'autres substances dont ils se composent varient beaucoup. Comme les matières premières sont recueillies et traitées sur place par les indigènes, ces travaux sont faits avec peu de soin et souvent les produits sont falsifiés. C'est pourquoi les produits qu'on trouve sur le marché sont sales et présentent un nombre surprenant de variétés, ce qui empêche tout contrôle, standardisation ou classement.

Le principal constituant de la gutta-percha est un carbure non-saturé, à l'état colloïdal, analogue au caoutchouc. C'est à ce constituant que sont dues la plasticité de la gutta-percha à chaud et sa rigidité à froid, ainsi que ses excellentes qualités électriques. La gutta-percha, telle qu'on l'emploie pour l'isolement des câbles, s'obtient en mélangeant et en lavant les différentes espèces de gutta-percha brute pour enlever les impuretés et les composants solubles

dans l'eau. Les proportions d'hydrocarbure, de résines, d'impuretés et le degré d'humidité, déterminés par une analyse, ainsi que les propriétés électriques et mécaniques de la gutta-percha lavée, constituent ses caractéristiques principales au point de vue de la possibilité d'emploi d'une gutta-percha plus ou moins raffinée pour l'isolement des câbles sous-marins. La gutta-percha, telle qu'on l'emploie généralement pour l'isolement des câbles, contient 60 % d'hydrocarbure, le reste se composant principalement de résines naturelles, de faibles quantités d'impuretés très finement divisées (humus) et de l'humidité résiduelle. Les protéines et les albumines de la gutta-percha brute et de la balata sont presque complètement éliminées par un simple lavage.

La balata provient de deux espèces d'arbres de la même famille botanique que la gutta-percha, mais poussant dans les régions forestières de la partie septentrionale de l'Amérique du sud et inconnues dans les régions produisant la gutta-percha de l'extrême-orient. La sève des arbres produisant la balata est plus fluide que celle des arbres donnant la gutta-percha, ce qui permet de faire des saignées sur les arbres et de recueillir le fluide en un point central de la forêt où les produits provenant de différents arbres sont mélangés pour donner de la gomme. Comme le nombre d'espèces d'arbres donnant la balata est petit et que la balata est transportable à l'état fluide, le produit obtenu est plus propre, plus homogène (de qualité plus uniforme) et ne présente qu'un petit nombre de variétés. Son constituant principal est le même hydrocarbure que celui de la gutta-percha. En plus de l'hydrocarbure, la balata contient 40 % de résines et d'impuretés, d'humidité et d'autres matières étrangères dont la proportion atteint généralement 15 %. Les résines de la balata sont plus molles que celles de la gutta-percha ; c'est pourquoi le produit à l'état brut est un peu moins bon que les meilleures variétés de gutta au point de vue mécanique. Mais la balata contient moins d'impuretés finement divisées que la gutta-percha et il en résulte de meilleures caractéristiques électriques et une moindre absorption d'eau.

Aussi bien dans le cas de la gutta que dans celui de la balata, les résines restent généralement mélangées avec les hydrocarbures

lorsqu'on l'emploie pour l'isolement de câbles sous-marins. Toutefois, on enlève quelquefois une partie des résines pour augmenter la compacité et pour améliorer les caractéristiques électriques.

Plusieurs méthodes peuvent être employées pour préparer l'hydrocarbure de la gutta presque dépourvu de substances résineuses. L'une de ces méthodes consiste à dissoudre la balata ou la gutta à chaud dans de l'essence de pétrole, à filtrer la solution pour la débarrasser des impuretés et à précipiter l'hydrocarbure de la gutta par refroidissement. La presque totalité des résines reste en solution. Une méthode plus simple et plus économique consiste à éliminer les résines en traitant la substance, coupée en tranches minces ou en petits morceaux, par de l'essence de pétrole à la température ordinaire, à séparer de la solution les résines et à évaporer le solvant résiduel.

L'hydrocarbure complètement dépourvu de résines ne convient pas à l'isolement des câbles sous-marins, car il n'est pas assez plastique aux températures permettant un travail commode et son prix est prohibitif. Au point de vue électrique, par contre, l'élimination complète des résines serait extrêmement avantageuse, comme le montrent, par exemple, les caractéristiques de la balata complète-

TABLEAU I.

EFFET DE LA RÉSINE SUR LES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE LA BALATA.

SUBSTANCE.	CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES (0°C, 1 atmosphère, 2000 p : s) :	
	Constante diélectrique	Conductivité. (unité : 10^{-12} mho/cm)
Balata	3,1	66
Balata sans résines	2,6	3
Résines de balata	3,3	52

ment dépourvue de résines données dans le tableau I. On a dû faire beaucoup d'expériences pour déterminer la méthode de raf-

finage de la balata permettant d'obtenir les excellentes caractéristiques électriques qui figurent dans ce tableau ; mais on n'a pas eu besoin de modifier radicalement les méthodes ordinairement employées.

Dans la recherche d'une nouvelle substance isolante pour les câbles sous-marins de grand fond, on a pensé que la méthode la plus rationnelle consistait non pas à rechercher un nouveau composé imitant la gutta, mais à partir de l'hydrocarbure de la gutta, possédant des propriétés mécaniques si remarquables. Pour parer à la rigidité excessive de l'hydrocarbure pur, ainsi qu'à son prix prohibitif, on a essayé d'y ajouter du caoutchouc en grande quantité, car le caoutchouc est la substance se rapprochant le plus de la gutta et on le trouve à bas prix. On a ainsi obtenu des produits ayant de bonnes caractéristiques mécaniques, mais dont la stabilité électrique était insuffisante.

En même temps, on a fait une étude complète des propriétés électriques et mécaniques du caoutchouc ; on a recherché, en particulier, les causes de son instabilité électrique lorsqu'on le tient longtemps dans l'eau. Nos espoirs que cette étude permettrait non seulement de déterminer la nature des défauts, mais encore de leur trouver un remède, se sont réalisés.

On sait que le caoutchouc est extrait, lui aussi, de la sève de certains arbres, principalement de la « Nevea Brasiliensis ». Cet arbre est cultivé sur une grande échelle dans les plantations de l'extrême-orient et le produit se trouve dans le commerce en qualités parfaitement standardisées. Son constituant principal est un hydrocarbure très analogue à celui de la gutta-percha au point de vue de sa composition chimique, mais dont les propriétés physiques sont tout à fait différentes : en particulier, il ne possède qu'un très faible degré de plasticité à chaud et est beaucoup plus élastique à froid. En plus de l'hydrocarbure, le caoutchouc contient également de petites quantités de résines, de protéines et d'autres impuretés ; mais le pourcentage des substances autres que l'hydrocarbure ne dépasse généralement pas 10 % dans le caoutchouc de bonne qualité, tandis qu'il est égal à 50 % dans la balata et la gutta-percha.

Le caoutchouc est utilisé en industrie presque exclusivement à l'état vulcanisé, c'est-à-dire additionné d'un peu de soufre. Le caoutchouc vulcanisé a été quelquefois utilisé pour l'isolement de câbles sous-marins ; mais depuis longtemps on a reconnu qu'il ne présente pas une stabilité électrique suffisante pour pouvoir être utilisé pour les câbles sous-marins de grand fond destinés à supporter un trafic important. Il continue à être beaucoup utilisé, et avec succès, pour l'isolement de câbles de petite longueur pour lesquels les exigences électriques sont peu rigoureuses. Il présente sur la gutta l'avantage d'être moins détérioré par la chaleur et de mieux résister aux tarets dans les eaux tropicales.

Il y a quelques années, on a fait une étude très complète (1) des causes de l'instabilité électrique du caoutchouc et l'on a reconnu que cette instabilité était due surtout aux impuretés solubles dans l'eau. On peut assez facilement éliminer ces impuretés d'une façon satisfaisante au cours de la fabrication et l'on réalise ainsi un isolant pour les câbles sous-marins très stable au point de vue électrique.

Même dans ce cas, le caoutchouc vulcanisé est très inférieur à la gutta-percha pour l'isolement des câbles sous-marins, car les opérations nécessaires pendant la fabrication des câbles sont plus difficiles dans le cas du caoutchouc et peuvent causer des défauts. Il n'est pas facile d'extraire les impuretés par un procédé mécanique, car la substance brute n'est pas assez plastique pour pouvoir être travaillée dans toute son épaisseur. Le manque de plasticité empêche également de recouvrir les conducteurs de plusieurs couches isolantes et de les chauffer ensuite de façon à réaliser la vulcanisation, car cela pourrait provoquer la déformation des couches. La jonction et la réparation de tronçons du câble est aussi plus difficile dans le cas du caoutchouc que dans le cas de la gutta-percha, qui peut être si facilement remoulée si l'on constate des défauts au cours de la fabrication.

L'effet de stabilisation électrique du caoutchouc vulcanisable obtenu en appliquant les méthodes ordinaires de stabilisation,

1. Williams et Kemp, dans le *Journal of the Franklin institute*, 1927.

n'est que partiel lorsqu'on n'effectue pas la vulcanisation ; c'est pourquoi il était nécessaire d'étudier également les moyens permettant d'obtenir les propriétés électriques désirées dans le cas du caoutchouc à l'état brut. On pourrait croire qu'en mélangeant simplement le caoutchouc brut avec l'hydrocarbure de la gutta on réaliserait la stabilité nécessaire. Cela n'est vrai que dans certaines limites. Lorsque la proportion de caoutchouc est suffisante pour répondre aux exigences mécaniques et économiques, la stabilité électrique est diminuée.

Effet des protéïnes sur la stabilité électrique du caoutchouc brut immergé dans l'eau. — Il a été établi que le caoutchouc brut contient beaucoup d'impuretés solubles dans l'eau et qu'en supprimant ces substances on diminue la quantité d'eau absorbée (1). Le caoutchouc ainsi traité n'absorbe pas plus d'eau que la gutta-percha de bonne qualité employée pour l'isolement de câbles ; mais, si on l'immerge dans l'eau à l'état brut, au bout d'un certain temps il perd ses propriétés isolantes, souvent brusquement et complètement.

Pour trouver les causes de cette instabilité électrique du caoutchouc brut immergé dans l'eau, on a étudié des échantillons de l'hydrocarbure du caoutchouc très pur, spécialement préparé et complètement dépourvu de protéïnes, résines et autres impuretés. On a trouvé que ces substances non seulement n'absorbaient que très peu d'eau, mais avaient des propriétés électriques pratiquement invariables après une longue immersion dans l'eau. C'est pourquoi il semble que l'instabilité du caoutchouc soit due aux impuretés qu'il contient normalement.

On sait depuis plusieurs années que le caoutchouc brut contient des protéïnes : le caoutchouc ordinaire des plantations en contient environ 3 %. Les expérimentateurs qui ont étudié cette question ont émis l'hypothèse que les globules du caoutchouc se trouvant dans la sève sont recouverts d'une pellicule de protéïnes résultant

---

1. Williams et Kemp (*Journal of the Franklin institute*, 1927) ; Lowry et Kohman (*Journal phys. chim.*, 1927).

d'absorption et que cette pellicule existe également dans le caoutchouc brut ; ils ont indiqué des preuves indirectes très convaincantes justifiant cette hypothèse. Il est également connu que la sève contient une quantité considérable de protéïnes en solution. Lorsqu'on prépare le caoutchouc brut en le précipitant par un acide ou par évaporation de l'eau par la chaleur, de grandes quantités de protéines sont évidemment précipitées en même temps et se trouvent entre les globules après la coagulation. Il est donc évident que le caoutchouc brut contient des protéïnes uniformément réparties ou formant un réseau qui, de même que la plupart des substances protéïniques, absorbe de grandes quantités d'eau et forme ainsi des conducteurs électriques par lesquels se font les fuites.

Elimination des substances azotées. — Il semblait difficile de trouver une méthode économique de préparation du caoutchouc ne contenant pas de substances azotées. Les protéïnes se présentent à l'état colloïdal, et, en présence d'eau, elles forment des masses gélatineuses plutôt que de véritables solutions. C'est pourquoi elles ne peuvent être éliminées par un simple lavage comme on peut le faire dans le cas de la balata ou de la gutta-percha. On sait depuis quelque temps que les protéïnes peuvent être solubilisées par ébullition dans de l'acide chlorhydrique ou sulfurique dilué. Ce procédé ne donne pas de résultats satisfaisants dans le cas du caoutchouc. En essayant des méthodes très variées, on a trouvé qu'en chauffant le caoutchouc à température élevée dans un autoclave en présence d'eau seulement on réalisait assez rapidement l'hydrolyse désirée des protéïnes du caoutchouc et on les transformait en des substances solubles dans l'eau. Un lavage permet alors d'éliminer presque complètement les substances azotées sans altérer l'hydrocarbure du caoutchouc.

Ce procédé s'applique au caoutchouc soit sous forme de feuilles immergées dans l'eau soit à l'état d'émulsion aqueuse, telle que la sève. Toutefois l'hydrolyse des protéïnes est plus rapide lorsqu'on traite la sève. Les conditions du traitement peuvent varier dans de larges limites, mais l'exemple suivant permet de se rendre compte d'un des procédés employés. La sève ammoniacale est diluée dans 1

à 5 parties d'eau. On la chauffe ensuite à 150° pendant 10 heures environ dans un autoclave. Après refroidissement, on la coagule à l'aide d'acide acétique et on la lave soigneusement. Après un pareil traitement, le caoutchouc contient moins de 0,10 % de matières azotées, c'est-à-dire un quart environ de ce que contient le caoutchouc brut de plantations. Les figures 1, 2, 3 et 4 montrent

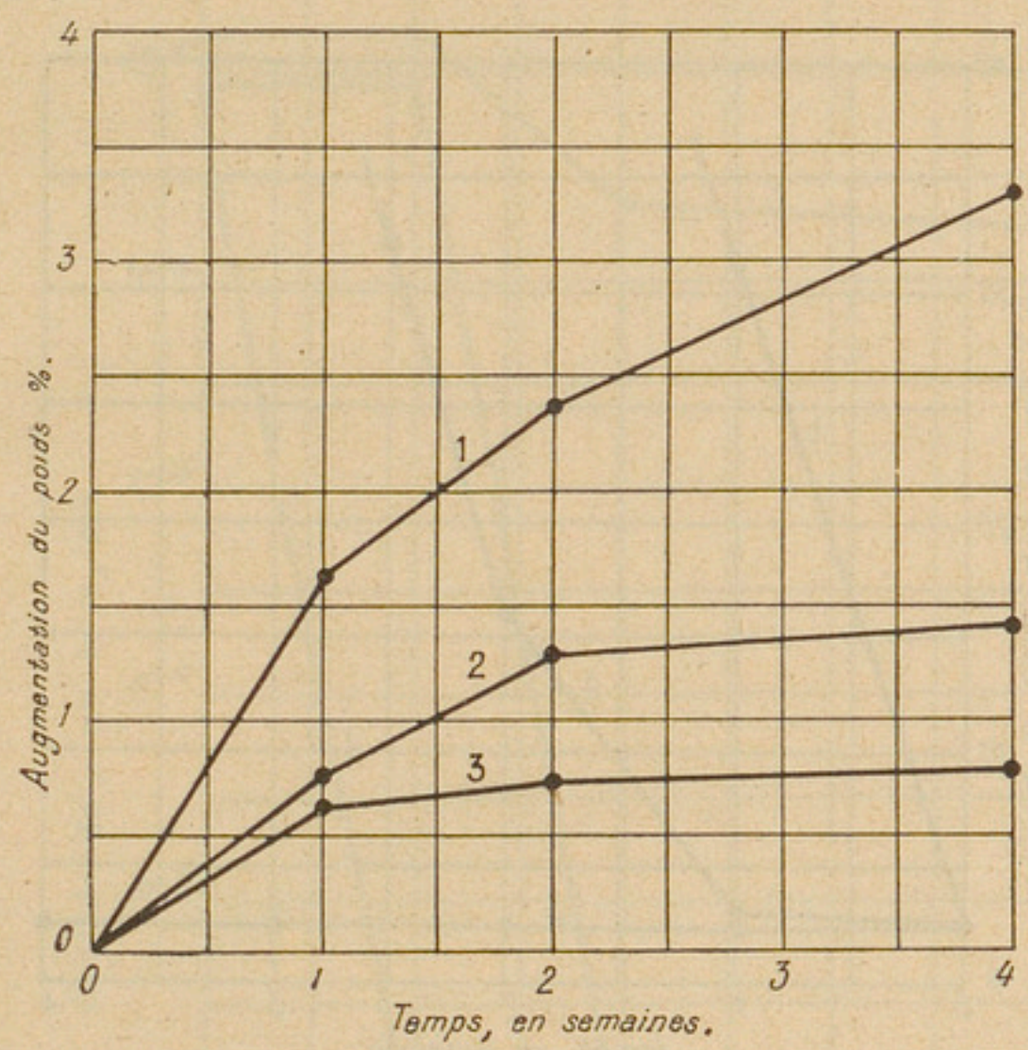


Fig. 1. — Effets du lavage et de l'élimination des protéines sur l'absorption d'eau par le caoutchouc brut immergé dans une solution à 3,5 °/₀ de chlorure de sodium à la température ambiante.

1 : Feuille vulcanisée ;
2 : Feuille vulcanisée et lavée ;
3 : Caoutchouc déprotéiné.

les proportions d'eau absorbées et la stabilité électrique relative du caoutchouc déprotéïnisé et du caoutchouc brut. Le caoutchouc déprotéïnisé vulcanisé est également un peu plus stable dans l'eau au point de vue électrique que le caoutchouc vulcanisé ordinaire.

En plus de la stabilité électrique plus grande, on a trouvé que le caoutchouc déprotéïnisé est plus plastique et se mélange mieux avec la gutta-percha que le caoutchouc brut ; le produit ainsi obtenu a de meilleures propriétés thermoplastiques.

Préparation de la paragutta. — Comme nous l'avons déjà dit, la paragutta se compose essentiellement de caoutchouc déprotéïnisé et d'hydrocarbure de gutta purifié. On peut y ajouter des hydrocarbures spécialement préparés et des cires minérales pour modifier les propriétés mécaniques et réduire le prix. On peut faire varier les proportions du caoutchouc et de la gutta, dans de larges

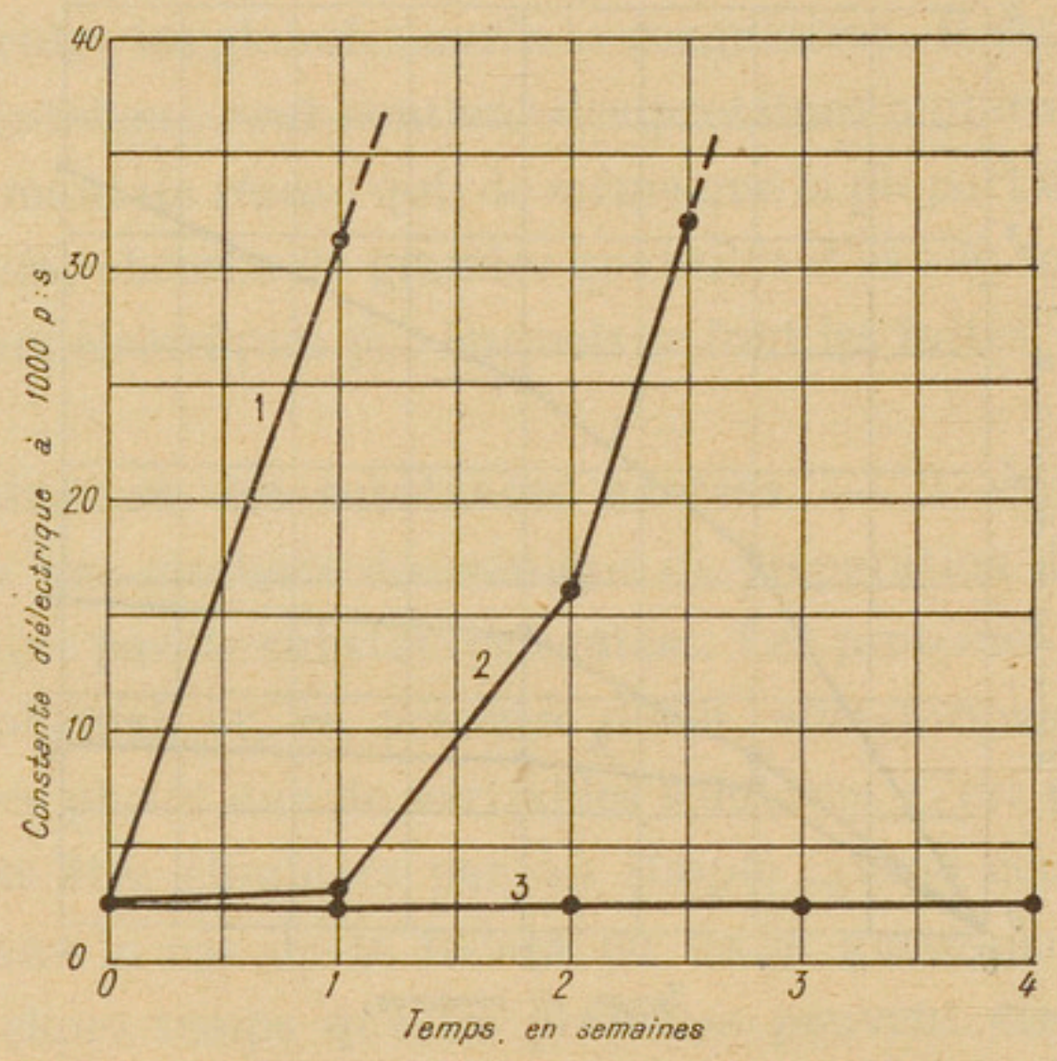


Fig. 2. — Effets du lavage et de l'élimination des protéines sur la constante diélectrique du caoutchouc brut immergé dans une solution à 3,5 °/₀ de chlorure de sodium à la température ambiante.

1 : Feuille vulcanisée ;
2 : Feuille vulcanisée et lavée ;
3 : Caoutchouc déprotéiné.

limites, pour obtenir les caractéristiques désirées, mais généralement on emploie les mêmes quantités de caoutchouc et de gutta et on ajoute jusqu'à 40 % de cire minérale. Cependant on obtient les meilleures caractéristiques électriques en ajoutant moins de 20 % de cire minérale. En mélangeant convenablement ces substances, on obtient un isolant devenant plastique à chaud, dont les propriétés mécaniques se rapprochent de celles de la gutta et dont la stabilité électrique dans l'eau équivaut à celle de la gutta. Ses propriétés électriques représentent un progrès marqué par

rapport aux mélanges isolants classiques, et son prix est plus bas.

La préparation de la paragutta s'achève exactement comme celle de la gutta-percha ; elle comprend le mélange et le lavage du caoutchouc déprotéïnisé et de la balata ou de la gutta dépourvu

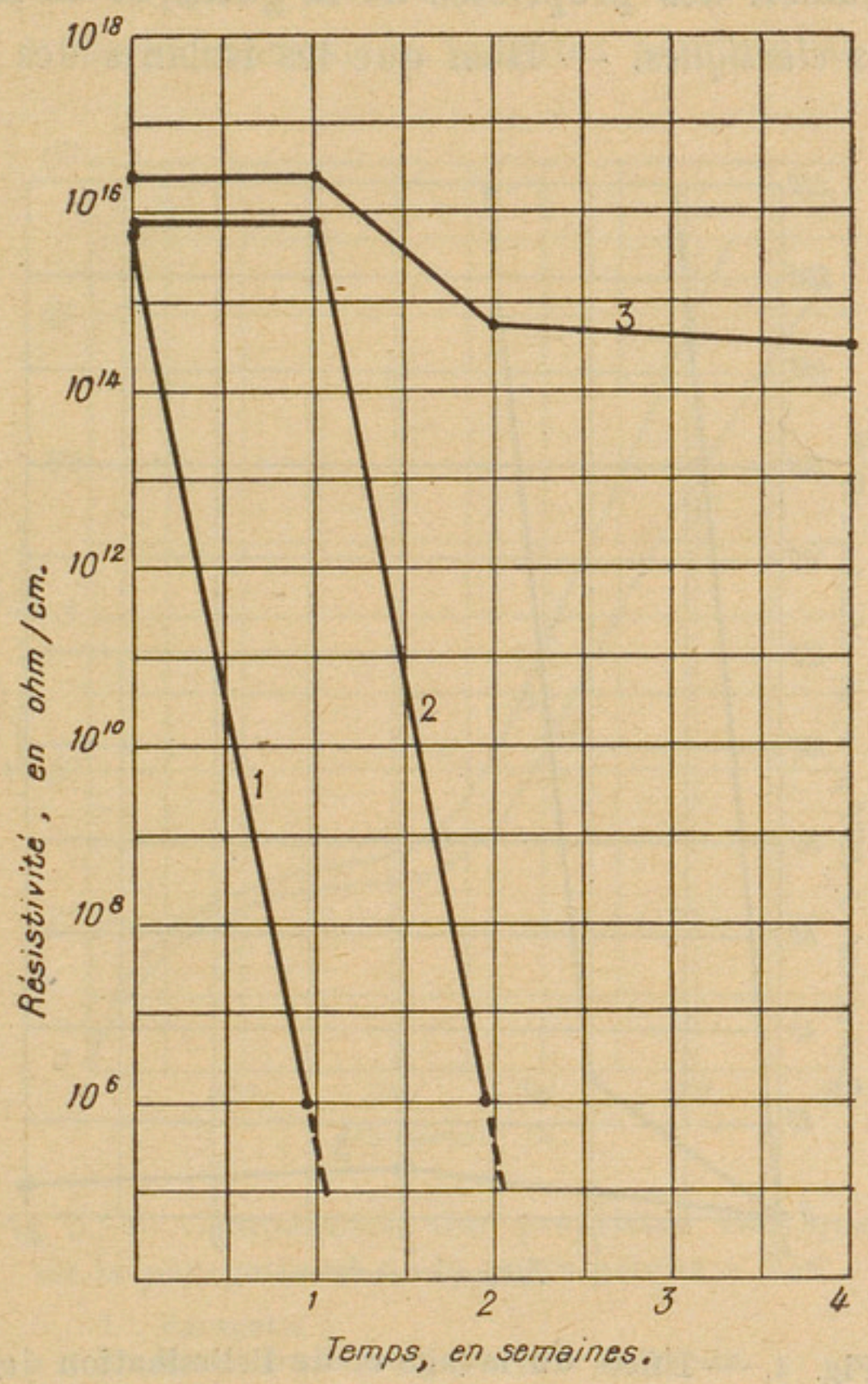


Fig. 3. — Effets du lavage et de l'élimination des protéines sur la résistivité du caoutchouc brut immergé dans une solution à 3,5 °/₀ de chlorure de sodium à la température ambiante.

1 : Feuille vulcanisée ;
2 : Feuille vulcanisée et lavée ;
3 : Caoutchouc déprotéiné.

de résines, le pétrissage pour éliminer l'excès d'eau et l'addition des cires nécessaires. On fait alors passer la substance, à l'aide d'une presse hydraulique, à travers un tamis fin pour éliminer les impuretés qui pourraient s'y trouver, on la pétrit pour éliminer l'air,

et finalement on la place sur les rouleaux de la presse enveloppeuse à gutta. La machine utilisée pour la gutta convient dans le cas de la paragutta.

Comparaison des propriétés de la gutta et de la paragutta. — *Propriétés élastiques.* — Bien que les isolants des câbles sous-

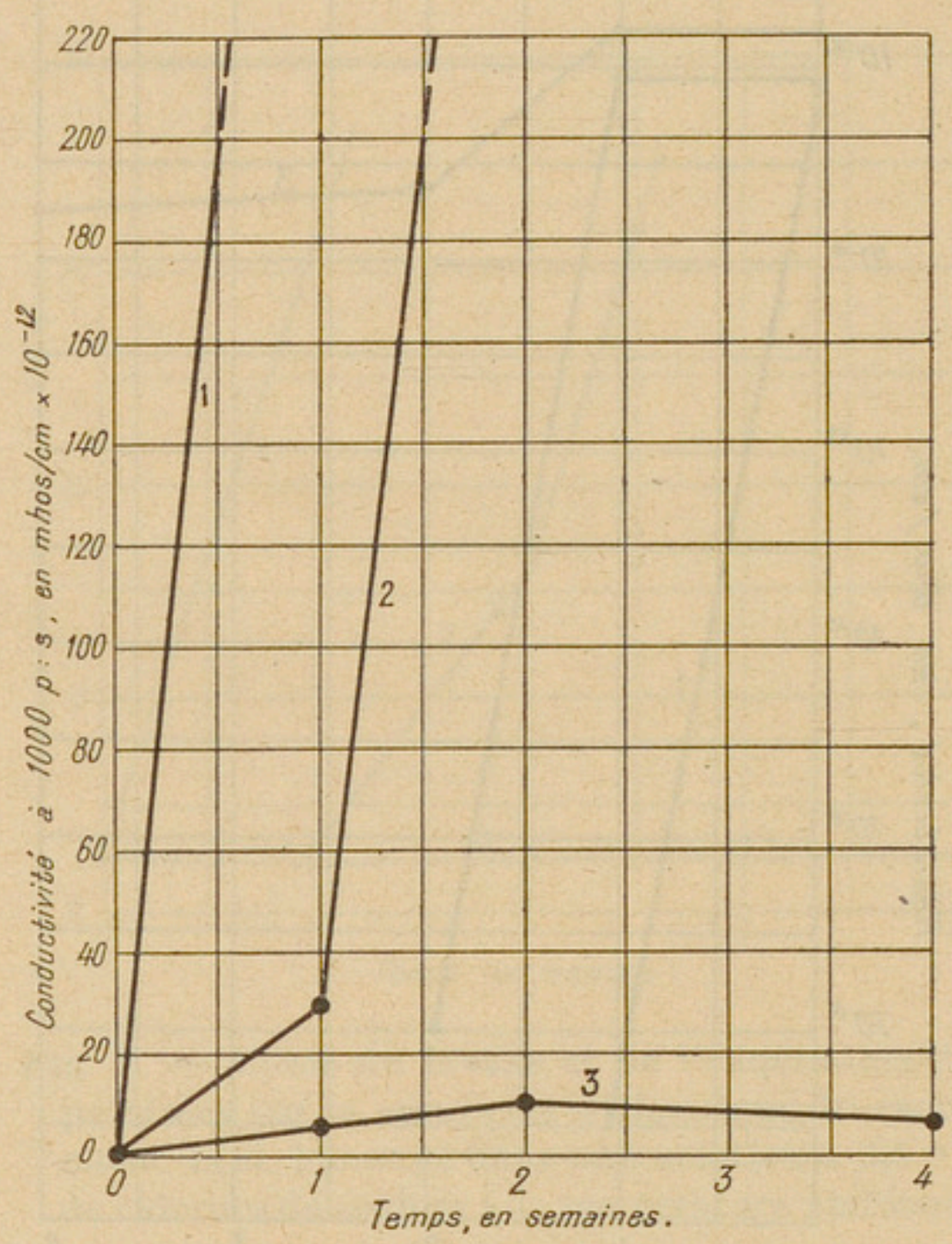


Fig. 4. — Effets du lavage et de l'élimination des protéines sur la conductivité du caoutchouc brut immergé dans une solution de chlorure de sodium à 3,5 °/₀ à la température ambiante.

1 : Feuille vulcanisée ;
2 : Feuille vulcanisée et lavée ;
3 : Caoutchouc déprotéiné.

marins ne travaillent pas à l'extension, les propriétés élastiques d'une substance permettent de juger jusqu'à un certain point des possibilités de son emploi au point de vue mécanique. La figure 5 montre les caractéristiques de l'extension de la paragutta et de la gutta-percha employée pour l'isolement des câbles sous-marins.

Ces caractéristiques montrent que la paragutta a des propriétés analogues à celles de la gutta-percha, quoiqu'elle contienne beaucoup moins de gutta.

Effets de la compression. — Le conducteur isolé d'un câble sous-marin, qu'on appelle ordinairement l'âme du câble, est souvent soumis à des compressions inégales pendant sa fabrication,

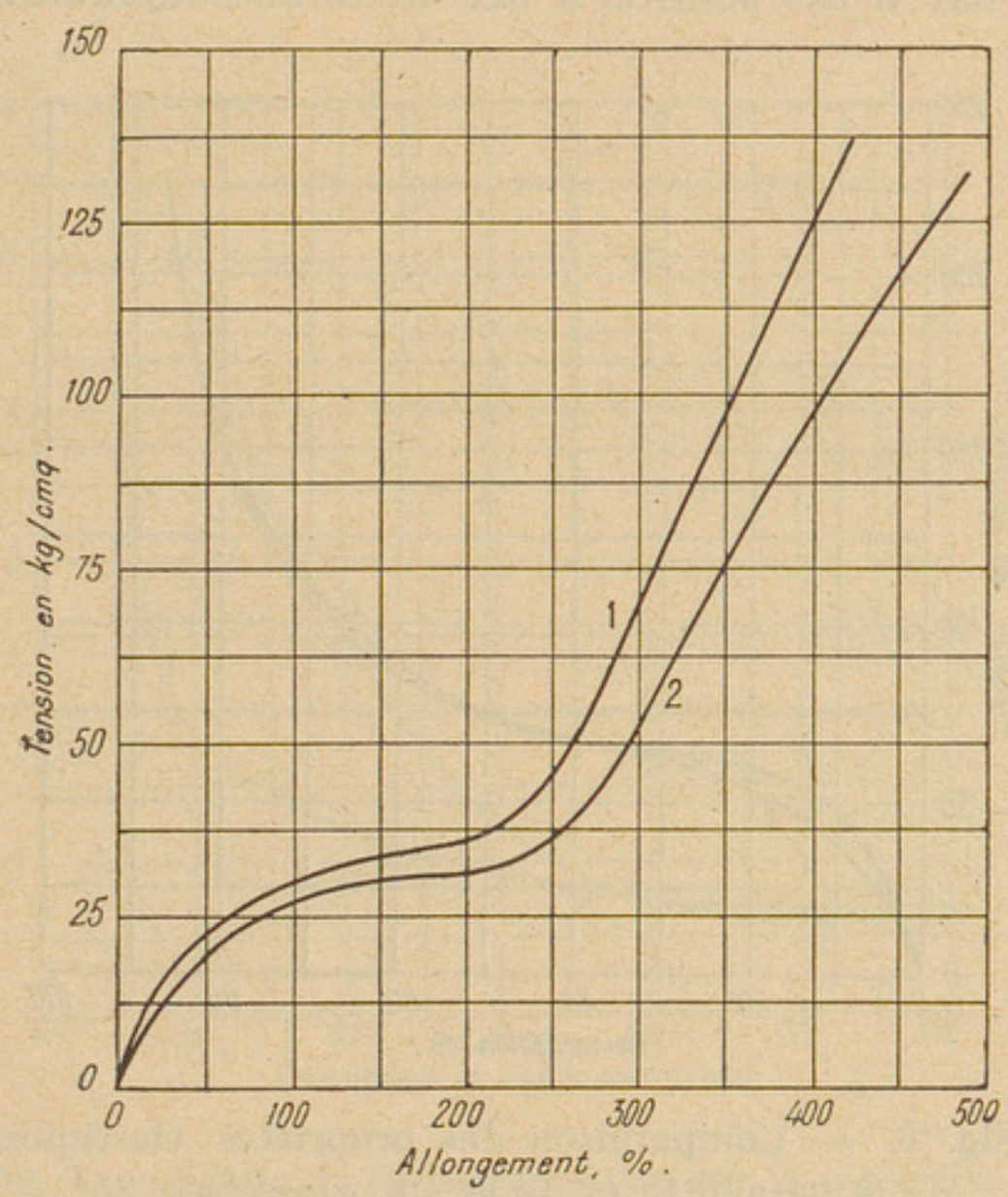


Fig. 5. — Comparaison des propriétés élastiques de la paragutta et de la gutta-percha à 25°.

1 : Paragutta :
2 : Gutta-percha employée pour les câbles.

sa pose et sa réparation. C'est pourquoi son isolant doit pouvoir résister à ces efforts sans déformation appréciable. Pour comparer les qualités de la gutta et de la paragutta à ce point de vue, on a déterminé leurs caractéristiques de compression à l'aide d'une machine spéciale (1). Ces caractéristiques sont représentées sur la figure 6. Les essais consistaient à enfoncer une tige d'acier de 16 millimètres de diamètre dans une feuille de $3^{mm},75$ d'épaisseur

1. Hippensteel (*Bell laboratories record*, 1928).

de la substance étudiée, avec une vitesse d'environ 4 centimètres à la minute, en notant simultanément les déformations et les charges. Les résultats obtenus montrent que la différence entre ces substances est très petite, et les opérations dans l'usine confirment cette conclusion générale.

Flexibilité. — La flexibilité d'un câble sous-marin a une grande importance, car il est soumis à des flexions considérables pendant

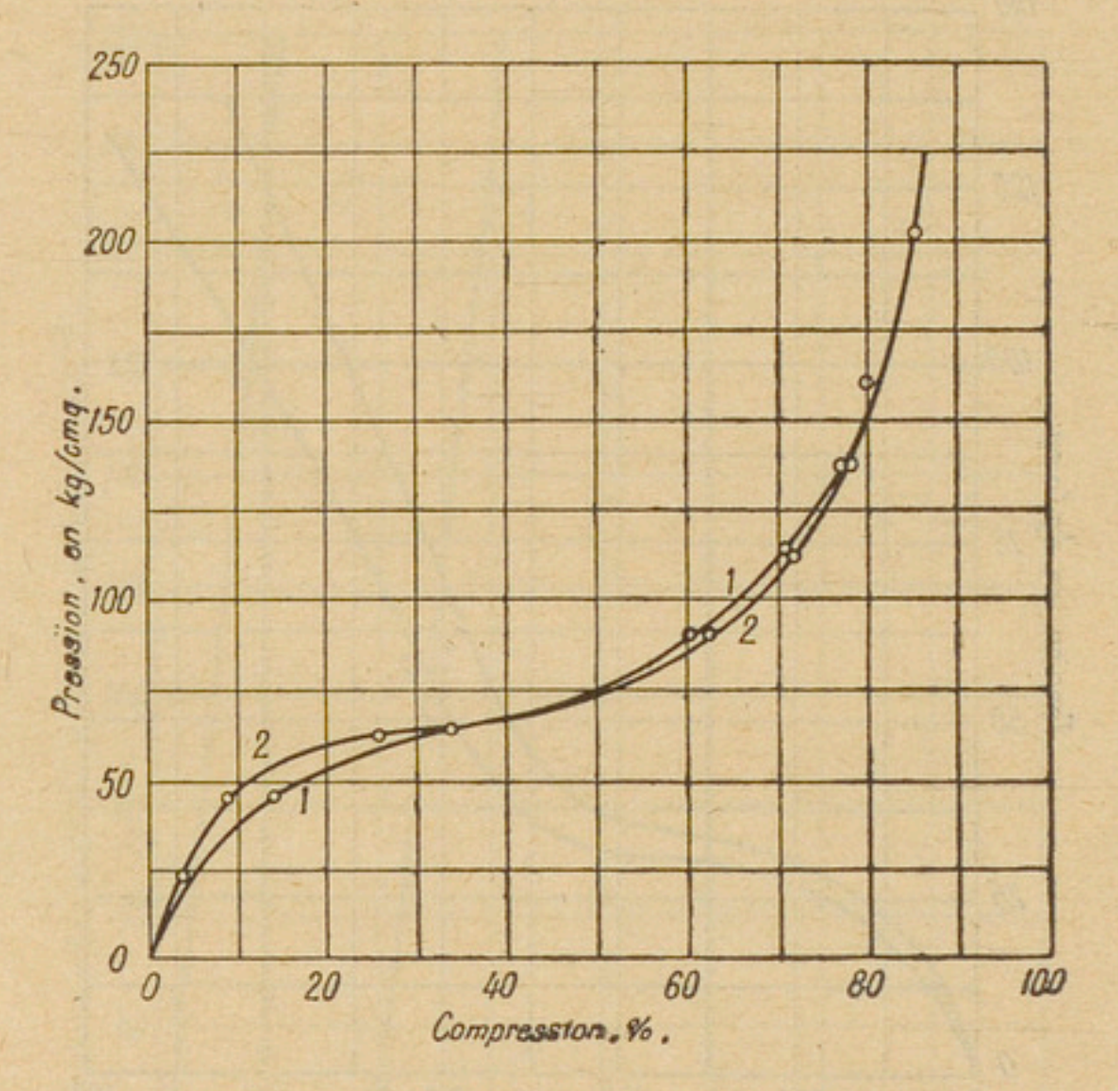


Fig. 6. — Comparaison des propriétés élastiques de la paragutta et de la gutta-percha à 25°.

1 : Paragutta ;
2 : Gutta-percha employée pour les câbles.

sa fabrication, pendant la pose, pendant les réparations et quelquefois même pendant son fonctionnement, surtout lorsque des courants de marée peuvent le déplacer. On a soumis des câbles isolés à la paragutta et à la gutta-percha à des flexions lentes et continues, à 0° et à 25°, pendant de longues durées et l'on a trouvé que les deux substances peuvent supporter sans aucun dommage des millions de flexions répétées de faible amplitude. Lorsque la limite élastique était légèrement dépassée, le conducteur se brisait toujours avant l'isolant.

Essais de la plasticité. — Des essais de laboratoire ont été effectués pour comparer les plasticités de la gutta et de la paragutta,

en utilisant aussi bien le plastomètre de Williams (1) que celui de Marzetti (2). Ces essais sont très utiles, mais le criterium de la thermoplasticité de cette substance était la possibilité de la travailler sur les machines pour gutta-percha. La paragutta est un peu moins fluide que la gutta aux températures de 40 à 70°. Toutefois cela peut être considéré comme une qualité lorsqu'on l'emploie pour isoler les conducteurs ; en effet, cela diminue le danger de la dégradation

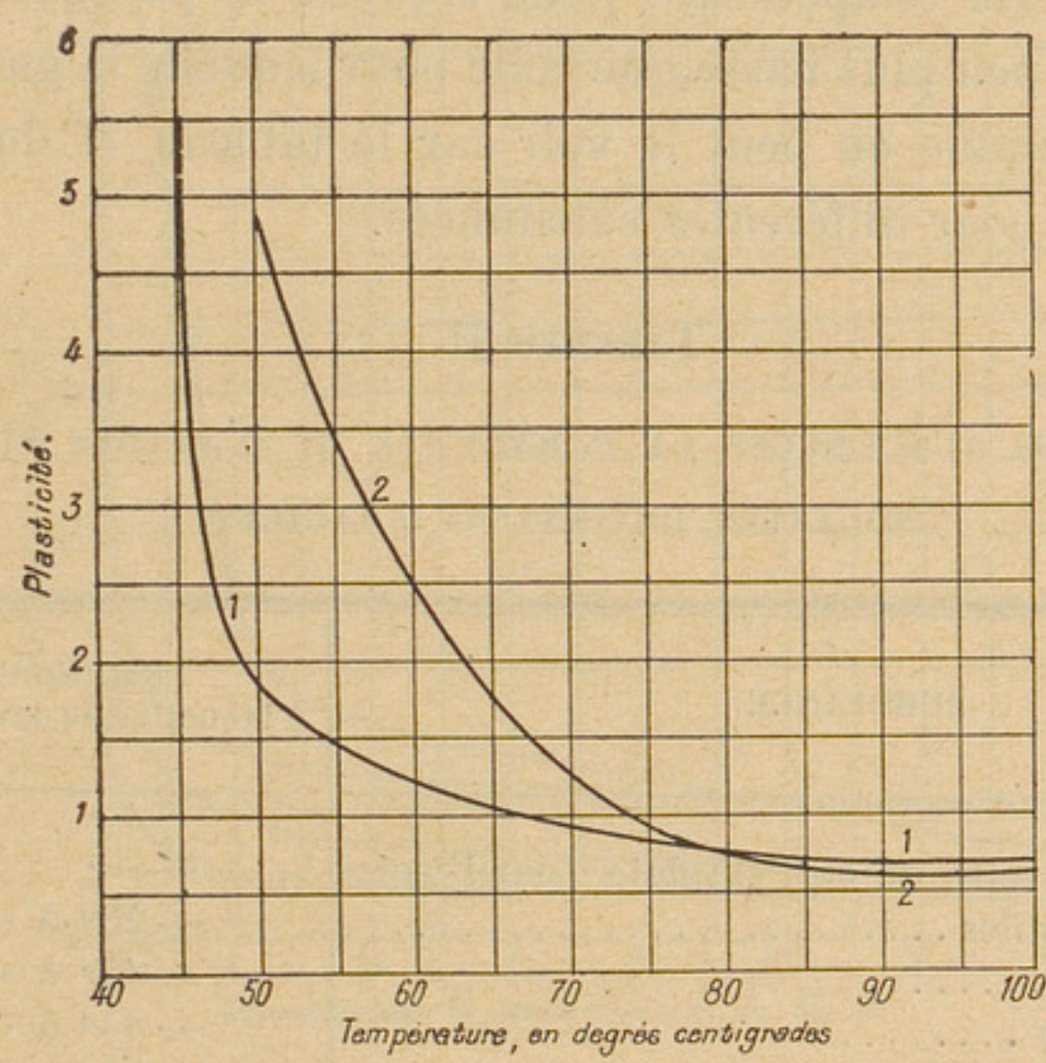


Fig. 7. — Effets de la température sur la plasticité de la gutta-percha employée par les câbles et de la paragutta.

1 : Gutta-percha employée pour les câbles.
2 : Paragutta.

des câbles par la chaleur pendant la fabrication et dans les pays tropicaux.

La figure 7 montre les plasticités relatives des câbles en gutta-percha et en paragutta déterminées par la méthode de Williams (3), qui permet de comparer les plasticités de ces deux substances aux températures normales de leur emploi.

---

1. Williams (*J. I. E. C.*, 1924).
2. Marzetti (*Giorn. chim. ind. appl.*, 1923).
3. Hippensteel (*Bell laboratories record*, 1928).

Températures pour lesquelles l'isolant devient fragile. — Il est très important que la température pour laquelle l'isolant d'un câble sous-marin devient fragile soit très inférieure à la température minimum que l'on rencontre au fond de l'océan. C'est l'une des qualités qui font la supériorité de la gutta et du caoutchouc par rapport à toutes les autres substances isolantes. Kohman et Peek [1] ont décrit un appareil permettant de déterminer exactement cette température. La température pour laquelle la paragutta devient fragile est un peu plus basse que celle pour laquelle la gutta-percha le devient, comme on peut le voir sur le tableau II donnant ces températures pour différentes substances.

TABLEAU II.

TEMPÉRATURES AUXQUELLES LA PARAGUTTA ET D'AUTRES SUBSTANCES ISOLANTES DEVIENNENT FRAGILES.

SUBSTANCE.	TEMPÉRATURE à laquelle elle devient fragile.
Gutta-percha telle qu'on l'emploie pour l'isolement des câbles	— 23° à — 36°
Paragutta	— 45° à — 61°
Balata (lavée)	— 44° à — 52°
Balata (lavée et dérésinée)	— 62° à — 67°
Caoutchouc brut	— 57° à — 58°
Caoutchouc vulcanisé (mou)	— 53° à — 58°

Absorption d'eau. Stabilité électrique. — L'absorption d'eau par la gutta-percha ou le caoutchouc immergé dans l'eau est un phénomène très compliqué. La quantité d'eau absorbée dépend de la nature des impuretés solubles dans l'eau ou pouvant absorber l'eau et de la quantité de sels dissous dans cette eau. L'énorme augmentation de la quantité d'eau absorbée par le caoutchouc ordinaire lorsqu'on l'immerge dans l'eau distillée par rapport à celle qu'il absorbe dans l'eau salée a été expliquée par l'osmose. D'après cette théorie, le caoutchouc joue le rôle d'une

1. KOHMAN et PEEK (*J.I.E.C.*, 1928).

membrane semi-perméable. Les cristalloïdes solubles dans l'eau ainsi que les colloïdes hydrophiles (protéïnes) attirent l'eau, qui diffuse à travers le caoutchouc. Lorsqu'on les immerge dans de l'eau distillée, ces impuretés tendent à former une solution infiniment diluée, mais sont retenues par le caoutchouc, qui résiste à ce gonflement. Dons le cas de l'eau salée, la quantité d'eau absorbée est

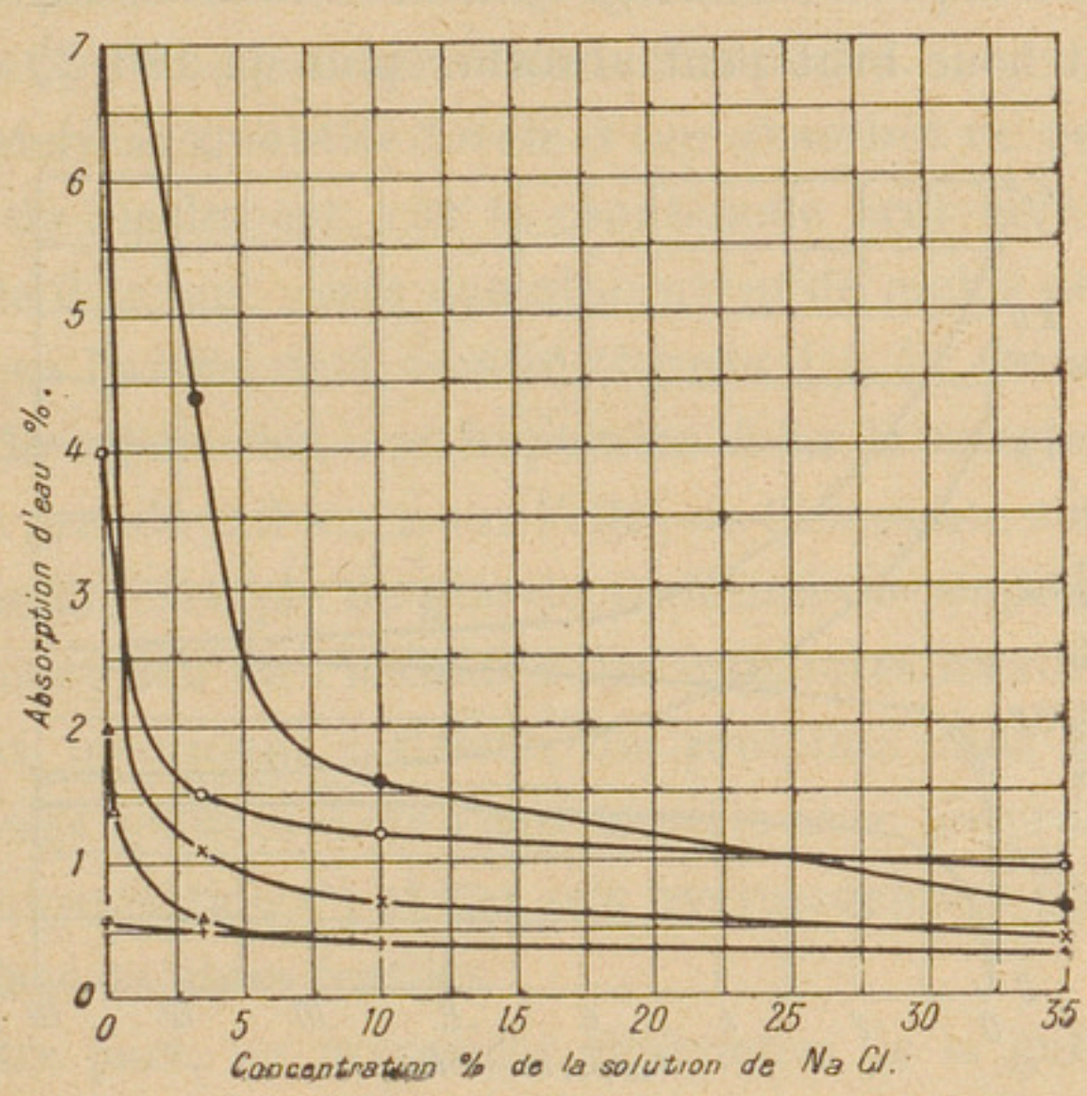


Fig. 8. — Relation entre l'absorption d'eau et la concentration de la solution de chlorure de sodium.

• Caoutchouc vulcanisé en feuilles ;
× Caoutchouc vulcanisé et lavé, en feuilles ;
o Gutta-percha ;
Δ Paragutta ;
+ Hydrocarbure de caoutchouc, pur.

limitée et dépend de l'équilibre entre les pressions osmotiques des solutions se trouvant à l'extérieur et à l'intérieur. La variation de la quantité d'eau absorbée avec la concentration de la solution est faible dans le cas de l'hydrocarbure de caoutchouc pur pour toutes les concentrations, ce qui montre que l'eau pénètre en dissolvant les impuretés. On a trouvé les mêmes résultats dans le cas de l'hydrocarbure de la gutta et des résultats plus ou moins semblables dans les cas de la paragutta et de la gutta-percha. L'absorption d'eau distillée peut donc servir de moyen de contrôle permettant

de déceler la présence d'impuretés solubles dans l'eau ou pouvant absorber de l'eau. La figure 8 montre l'influence de la concentration en sel marin sur la quantité d'eau absorbée par les échantillons de caoutchouc, de paragutta et de gutta-percha à la température ambiante. L'équilibre n'est pas facilement atteint dans le cas des échantillons de caoutchouc contenant des substances solubles ou des protéïnes lorsqu'on l'immerge dans de l'eau distillée. On a trouvé que le caoutchouc brut peut absorber plus de 100 % d'eau à la

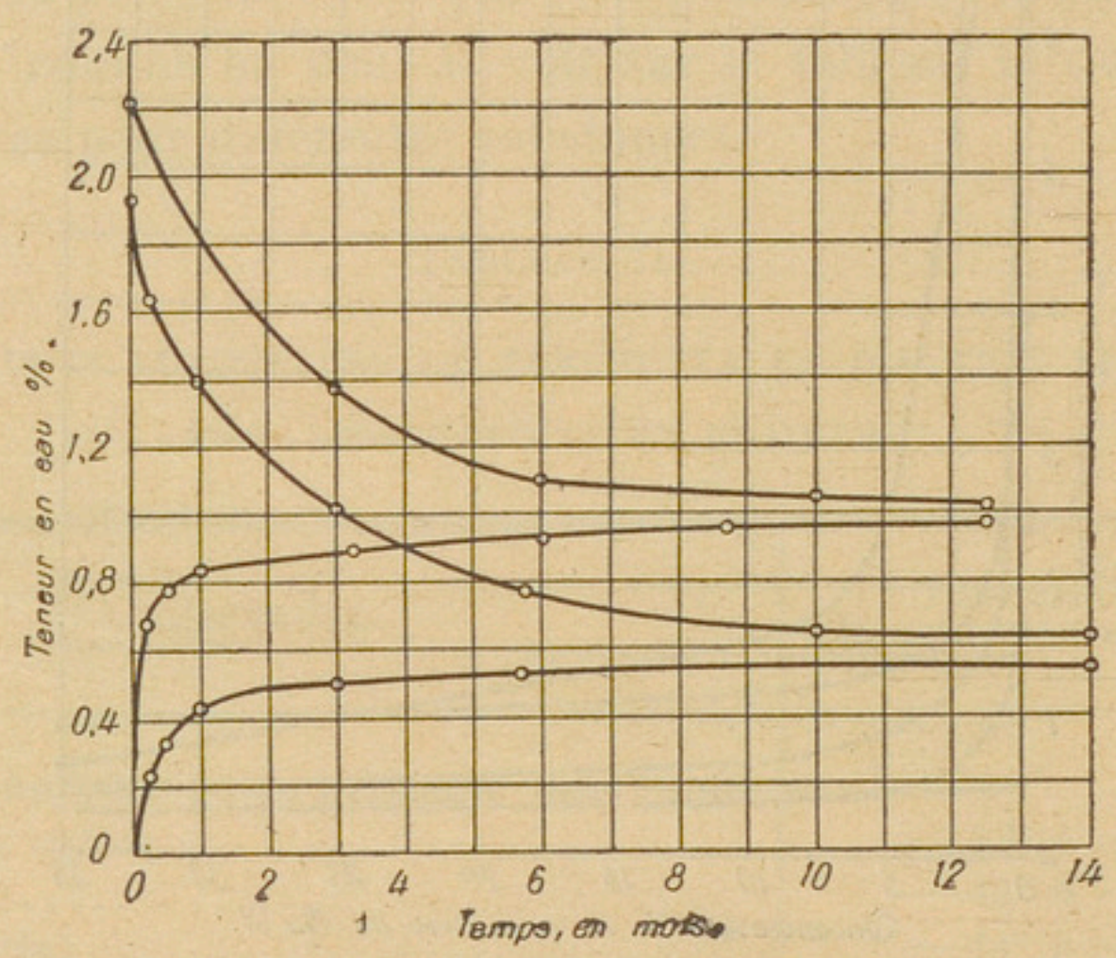


Fig. 9. — Variation de la teneur en eau de feuilles de paragutta et de gutta-percha de 1mm,27 d'épaisseur, immergées dans une solution à 3,5 °/o de chlorure de sodium à la température ambiante.

o Gutta-percha ;
▪ Paragutta.

température ordinaire sans atteindre l'équilibre. D'autre part, la gutta-percha, la paragutta et l'hydrocarbure du caoutchouc (pur) arrivent à un état d'équilibre bien défini en absorbant une quantité beaucoup plus petite d'eau distillée, ce qui montre l'absence de substances solubles dans l'eau ou de substances absorbant l'eau.

Comme la stabilité électrique de la paragutta dans l'eau de mer a une importance capitale, on a effectué une étude très complète de la variation des caractéristiques électriques d'un grand nombre d'échantillons après une longue immersion dans l'eau

salée à 3,5 %. A l'état d'équilibre, la gutta-percha contient environ 1 % d'eau, et la paragutta un peu moins. Ces valeurs ont été déterminées sur des échantillons contenant des quantités d'eau inférieures et supérieures aux valeurs correspondant à l'équilibre après une longue immersion dans une solution de sel marin à 3,5 %, comme le montre la figure 9. La valeur d'équilibre est la même lorsque l'équilibre est atteint par des valeurs décroissantes que lorsqu'il est atteint par des valeurs croissantes.

Toutefois, la quantité totale d'eau absorbée ne peut servir de criterium de l'isolement, car le caoutchouc brut lavé perd toutes ses qualités d'isolant après une absorption de moins de 1 % d'eau, comme nous l'avons déjà montré (figures 1 à 4). On a trouvé que le mode de répartition des impuretés dans la substance isolante a une très grande influence sur l'effet de l'humidité sur cette substance. Comme exemple de grande variation de propriétés isolantes due à l'absorption de l'humidité des impuretés localisées, on peut citer le cas, mentionné ci-dessus, des protéïnes dans le caoutchouc brut, des sels solubles dans l'eau associés avec les produits utilisés pour la vulcanisation (1) et des sels hygroscopiques (2) se trouvant sur la surface de fibres textiles.

D'autre part, les propriétés électriques de la gutta-percha et de la paragutta ne sont pas modifiées lorsqu'on y incorpore plusieurs fois le volume d'eau correspondant à l'équilibre. On constate cependant une augmentation de la capacité d'environ 10 % lorsque l'eau est absorbée par de la gutta-percha complètement desséchée ; mais ceci ne présente aucune importance pratique, car on applique toujours la gutta-percha sur le conducteur à l'état humide. Les propriétés électriques de la paragutta ne varient pratiquement pas lorsqu'un échantillon desséché absorbe de l'humidité. Ces faits constituent la meilleure preuve de la stabilité électrique de la paragutta en présence de l'eau.

On a étudié la variation des propriétés électriques de centaines d'échantillons de paragutta et de gutta-percha après une immer-

---

1. Williams et Kemp (*Journal of the Franklin institute*, 1927).
2. Williams et Murphy (*Bell system techn. journal*, 1929).

sion continue prolongée dans une solution salée à 3,5 %. Ces essais, dont certains ont duré de 3 à 5 ans, ont montré que la paragutta est parfaitement équivalente à la gutta-percha en ce qui concerne la stabilité. Les deux substances, lorsqu'elles sont convenablement préparées, ne présentent pas de modifications appréciables de leurs propriétés électriques après une immersion prolongée dans l'eau. Les conditions du fond marin semblent être même plus favorables que les conditions réalisées dans le laboratoire, car l'absence de lumière et d'oxygène, ainsi que la basse température, empêchent l'oxydation et les autres détériorations des substances telles que la gutta-percha. On a également montré [1] que la basse température et la haute pression ralentissent l'absorption d'eau, mais ne modifient pas beaucoup la quantité totale d'eau absorbée.

Caractéristiques électriques. — Les propriétés électriques de la paragutta dépendent de la composition adoptée, de la qualité

TABLEAU III.

COMPARAISON DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DE LA PARAGUTTA ET DE LA GUTTA-PERCHA DANS LES CONDITIONS QUE L'ON RENCONTRE AU FOND DE LA MER.

SUBSTANCE.	CONSTANTE diélectrique à 2° et 400 atm. (2000 p : s).	PERDITANCE pour le courant alternatif à 2° et 400 atm. (2000 p : s). (unité : 10^{-12} mho/cm)
Gutta-percha employée pour les câbles.....	3,3	90
Paragutta.....	2,6	3

des matières premières et du soin apporté à la fabrication. Dans le cas de câbles téléphoniques de grande longueur, on doit effectuer

1. LOWRY et KOHMAN (*Journal phys. chim.*, 1927).

toutes les opérations avec le maximum de soin pour obtenir un produit dont la constante diélectrique et la conductivité aient des valeurs suffisamment petites pour réduire autant que possible l'affaiblissement. Dans le cas de câbles télégraphiques ordinaires, ces valeurs jouent un rôle moins important et l'on peut adopter des procédés de fabrication plus économiques. Les valeurs typiques des caractéristiques électriques de la paragutta de qualité supérieure et de la gutta-percha ordinairement employée, mesurées dans les conditions du fond de la mer, sont indiquées dans le tableau III. La résistance d'isolement et la rigidité diélectrique des deux substances sont pratiquement équivalents.

SERVICE D'ÉTUDES
ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

SUR LES PROCÉDÉS PERMETTANT DE VÉRIFIER LE BON ÉTAT DES CORDONS DANS LES CENTRAUX TÉLÉPHONIQUES. [1]

Les cordons utilisés dans les bureaux téléphoniques à commutation manuelle constituent toujours un point faible des installations, en raison de leur fragilité (conséquence de leur souplesse) et de la fatigue que supportent ces organes. Cette fatigue se traduit par une détérioration des conducteurs, survenant généralement au voisinage du point d'attache des fiches : la section utile des conducteurs se trouve peu à peu réduite ; la continuité n'est bientôt plus assurée que par un petit nombre de brins de métal ; lorsque tous les brins sont coupés, les deux parties du conducteur peuvent encore se trouver en contact par les extrémités des brins rompus; mais la continuité électrique est d'ores et déjà très précaire et elle peut être rompue par l'une ou l'autre des deux circonstances suivantes : ou bien tous les brins des deux parties du conducteur placées en regard cessent de se toucher, le cordon ayant subi une contrainte mécanique quelconque, ou bien certains des brins des deux parties du conducteur restent bien en contact mécanique : mais ce contact, assuré par une force insignifiante, n'offre aucune garantie au point de vue électrique et cesse d'être électriquement bon au moindre ébranlement.

La présence d'un cordon en mauvais état sur une liaison téléphonique constitue donc une cause permanente de difficultés et cela explique que la vérification des cordons ait toujours constitué une préoccupation importante des services d'exploitation.

---

1. Note communiquée par M. R. Bigorgne, ingénieur.

I. Procédés utilisés pour la vérification des cordons.

Les procédés employés pour faire cette vérification dépendent du schéma électrique des cordons. En ce qui concerne les dicordes, par exemple, on peut citer les différents procédés suivants :

A. Procédés utilisés dans le cas de dicordes comportant une batterie d'alimentation sur les fils de conversation. — Dans ce cas, il est souvent prévu, dans l'équipement du bureau central, un dispositif permettant de vérifier le bon état des dicordes en ce qui concerne les fonctions de signalisation ; on peut admettre que cette vérification garantit en même temps le bon état des dicordes au point de vue de la transmission des courants téléphoniques ; les dicordes comportant une alimentation sur les fils de conversation doivent d'ailleurs être considérés, d'une manière générale, comme moins délicats que les dicordes non alimentés, au point de vue des risques de contacts défectueux : la tension de la batterie d'alimentation peut, en effet, rendre électriquement bons, sur un cordon coupé, les contacts entre brins des deux parties d'un conducteur déjà rompu.

B. Procédés utilisés notamment dans le cas de dicordes ne comportant pas de batterie d'alimentation sur les fils de conversation. — a) *Procédés utilisés notamment dans le cas où les dicordes ne comportent ni condensateurs ni transformateurs* (dicordes dits « métalliques »). — 1. Procédé utilisant une pile et un téléphone. — Ce procédé de vérification consiste à appliquer (par exemple, par l'intermédiaire d'un jack d'essai) une tension constante à l'une des extrémités du dicorde et à boucler sur un téléphone les deux fils de conversation mis ainsi sous tension (par exemple, par abaissement de la clef d'écoute) ; les cordons coupés, n'assurant qu'une continuité intermittente ou précaire, donnent lieu à des crépitements dans le téléphone, en particulier lorsqu'on agite le cordon au voisinage de l'une des fiches.

2. Procédé utilisant une pile et une lampe. — Pour appliquer ce procédé, on remplace le téléphone par une lampe à faible tension ; la pile employée a une forme électromotrice de 4,5 volts ; les défauts affectant le cordon essayé se traduisent par des extinctions ou des variations d'éclat de la lampe.

b) *Procédé utilisé notamment dans le cas où les dicordes comportent des condensateurs ou un transformateur qui interrompent la continuité en courant continu.* — Ce procédé de vérification consiste à appliquer aux conducteurs du dicorde essayé un oscillateur de fréquence musicale, de faible force électromotrice, et à raccorder un téléphone aux conducteurs mis ainsi sous tension. Les cordons défectueux donnent lieu, quand on les agite, à des variations d'intensité de son et à des crépitements.

c) *Procédé basé sur l'emploi d'un népermètre.* — Ce procédé consiste simplement à mesurer au moyen d'un népermètre l'équivalent (affaiblissement effectif sur 600 ohms à 800 périodes par seconde) (1) du dicorde essayé (le Service d'études et de recherches techniques a établi pour cet usage un népermètre spécial). Un cordon en dérangement a un équivalent instable ; quand on le mesure au népermètre, les aiguilles des instruments de mesure entrant dans la constitution de cet appareil accusent, lorsqu'on agite le cordon, des oscillations désordonnées. Le népermètre permet en outre de déceler les cordons dont l'équivalent, anormalement élevé, est néanmoins constant (mauvais contacts de clefs ou de relais, relais de fin ayant des spires en court-circuit, transformateurs d'équivalent excessif).

II. Comparaison des différents procédés de vérification.

Les différents services accordant leur préférence à l'un ou l'autre des procédés précédemment énumérés, il a paru intéressant d'en déterminer d'une manière précise les conditions d'emploi et d'en comparer l'efficacité.

---

1. Les résistances de 600 ohms choisies comme terminaisons correspondent à l'impédance type des circuits téléphoniques.

Les essais ont été effectués d'une part dans des bureaux téléphoniques sur des cordons en service et d'autre part en laboratoire sur des cordons signalés en dérangement par des services d'exploitation ou sur des cordons affectés de défauts artificiels.

A. Conditions d'emploi des différents procédés de vérification des discordes. — Le procédé mentionné ci-dessus en B. a) 1., procédé utilisant *une pile et un téléphone*, s'applique non seulement dans le cas où les deux fiches du dicorde sont réunies métalliquement, mais, plus généralement, dans le cas où le défaut est placé en un point d'un circuit réalisant une continuité métallique entre les deux pôles de la pile d'essai (le téléphone peut ne pas faire partie de ce circuit, mais en être séparé par des condensateurs ou un transformateur). Le procédé n'est donc pas d'une application absolument générale : il est, par exemple, inefficace dans le cas des dicordes du bureau régional (ces dicordes sont coupés par des condensateurs et ne comportent pas de relais de fin ; le poste d'opératrice est pourvu, d'autre part, d'un condensateur placé en série sur l'un des fils aboutissant aux clefs d'écoute) (1) ; il s'applique au contraire, dans le cas d'un dicorde interurbain du type R6, bien que l'écoute se fasse à travers un condensateur, grâce à la présence d'un relais de fin placé en dérivation sur les fils de conversation.

Dans les très nombreux cas où le procédé est applicable, les différents services qui l'utilisent emploient des piles de tensions très di-

---

1. Lorsque le défaut est séparé par un condensateur de l'un au moins de deux pôles de la pile utilisée pour les essais, le procédé de la pile et du téléphone ne donne aucun résultat pratique si le condensateur est bien isolé. Si le condensateur est de qualité défectueuse, il se décharge rapidement, et l'on peut, en agitant le cordon au niveau du défaut, percevoir des crépitements ; mais ceux-ci, en général, ne sont pas nets.

Les restrictions qui précèdent montrent assez que le procédé B. a) 1, ne s'applique pas dans tous les cas. Il y a lieu de remarquer, à ce point de vue, qu'il peut y avoir intérêt à procéder à une vérification complète du cordon (vérification entre fiches, effectuée au moyen de deux jacks d'essais) et à ne pas se contenter de vérifications partielles (vérifications entre fiche et clef d'écoute, effectuées au moyen d'un seul jack d'essai) pour être bien sûr que le dicorde se comporte bien lorsque la communication est établie : le procédé indiqué sous B.b.) se prête, dans tous les cas, aussi bien aux vérifications complètes qu'aux vérifications partielles ; on ne peut en dire autant du procédé indiqué sous B.a) 1.

verses : des essais ont été effectués en laboratoire pour essayer de juger de l'efficacité respective des différentes sources, à savoir :

1. batterie de 24 volts avec résistance de 2000 ohms en série;
2. batterie de 24 volts, sans résistance notable en série ;
3. pile de 1,5 volts ;
4. tension de 0,20 volt (obtenue au moyen d'un montage potentiométrique).

Les défauts affectant les différents dicordes soumis aux essais ont été mis en évidence sans difficulté au moyen de l'un ou l'autre des quatre types de sources, et il ne semble pas résulter de ces essais de laboratoire que tel des quatre types de source permette de déceler des défauts qui passeraient inaperçus avec les sources des autres types. On a pu constater toutefois qu'un défaut déterminé n'est pas décelé de la même manière avec l'un ou l'autre des quatre types de sources : d'une manière générale, l'application d'une tension de 24 volts sur un dicorde défectueux donne, surtout lorsqu'aucune résistance n'est interposée, une suite de crépitements ininterrompus dès qu'on agite légèrement le cordon ; au contraire, avec une tension très réduite (0,20 volt) les crépitements n'apparaissent que si l'on tord le cordon a l'endroit précis du défaut.

Le nombre relativement réduit de dicordes examinés au cours de ces essais de laboratoire et la variété sans doute insuffisante des défauts affectant ces dicordes expliquent probablement l'incertitude des conclusions qu'il a été permis d'en tirer : le service de maintenance de la direction des Services téléphoniques de Paris a effectué, en revanche, des essais très nombreux (1) pour déterminer les caractéristiques optima de la source à employer et il a pu formuler, à l'issue de des essais, les conclusions très nettes que voici :

Le type de source employé jusqu'ici au bureau interurbain, à savoir « batterie de 24 volts avec résistance de 2000 ohms placée en série », doit être complètement abandonné ; il convient de lui préférer la batterie de 24 volts (sans résistance notable interposée), qui permet de déceler avec le maximum de facilité tous les défauts francs (2).

---

1. Les essais ont porté sur trois mille dicordes. Les renseignements reproduits ici sont extraits d'un rapport, en date du 10 février 1932, établi par M. Meyer, ingénieur à la direction des Services téléphoniques de Paris.

2. Alors que le procédé utilisant une batterie de 24 volts et une résistance

Si l'on veut faire un entretien préventif soigné et déceler les dicordes affectés de défauts légers, il y a lieu également d'essayer les dicordes au moyen d'une source de force électromotrice égale à quelques dixièmes de volt. (1)

Le procédé indiqué sous B.a) 2., procédé utilisant *une pile et une lampe*, s'applique seulement dans le cas où les deux fiches du dicorde sont réunies métalliquement (cas des tableaux standards et de certains multiples interurbains) : on a constaté, au cours d'essais effectués au bureau d'Enghien, que ce procédé, utilisé dans les cas où il est applicable, permet, en pratique, de déceler les dicordes défectueux. Il peut être appliqué sans difficulté et sans fatigue dans un local bruyant.

Le procédé indiqué sous B.b), procédé utilisant *un générateur de courant musical et un téléphone*, peut être appliqué dans tous les cas, quel que soit le schéma électrique des dicordes (que ces derniers comportent ou non, sur les fils de conversation, une batterie d'alimentation). L'interprétation des résultats obtenus par ce procédé est des plus simples : une coupure franche du cordon se traduit par une extinction du son ; des interruptions de la continuité se manifestent par des crépitements ; un affaiblissement anormalement élevé peut être décelé par la diminution de son qui l'accompagne. La fréquence utilisée peut être choisie d'une manière quelconque dans la gamme qui s'étend de 300 à 2400 p : s, de préférence au voisinage de 800 ou de 1000 p:s. La force électromotrice et le montage du générateur doivent être tels, que la différence de potentiel, mesurée aux bornes du récepteur téléphonique, dans le cas d'un dicorde sain, soit de l'ordre de 0,1 volt (2). Ce procédé, qui est applicable dans tous les cas et qui

---

de 2.000 ohms permet de déceler seulement 48 % des dicordes trouvés défectueux au moyen du népermètre spécial établi par le Service d'études et de recherches techniques, le procédé utilisant la batterie de 24 volts sans résistance notable permet de déceler 85 % de ces dicordes défectueux (nombres cités par M. Meyer à la suite d'essais effectués au bureau interurbain de Paris).

1. Le service de maintenance de la direction des services téléphoniques de Paris a constaté de nombreux cas de dicordes affectés de défauts légers que l'essai sous 24 volts ne décèle pas et que l'essai sous tension réduite (0,2 volts) décèle de façon fort nette.

2. Quand on utilise des tensions notablement supérieures, l'oreille, assourdie par un volume excessif au moment de la continuité, est moins sensible aux crépitements.

permet de placer le dicorde dans les conditions mêmes de la conversation, est, de toute évidence, le procédé qui permet d'apprécier de la façon la plus rationnelle les qualités de transmission que possède le dicorde au moment de l'essai (1).

Le procédé basé sur l'emploi du népermètre peut être utilisé quel que soit le schéma électrique du dicorde, que ce dernier comporte ou non une batterie d'alimentation sur les fils de conversation.

B. Efficacité comparée des différents procédés de vérification des dicordes. — Si l'on excepte le cas des dicordes possédant un équivalent anormalement élevé mais stable (dicordes qui ne peuvent guère être décelés qu'au moyen d'un népermètre), il est permis de dire que les difficultés auxquelles donne lieu, en cours de conversation, un dicorde défectueux sont toujours dues, en définitive, à des variations intempestives de son équivalent. On peut admettre, à ce point de vue, que, lorsque l'équivalent d'une communication téléphonique subit de brusques variations de l'ordre de 0,25 ou 0,5 néper, la conversation commence à être gênée par les brusques fluctuations de volume qui accompagnent ces variations d'équivalent (2).

Cela ne veut pas dire qu'on puisse laisser en service des dicordes susceptibles de causer, sur une conversation, d'aussi importantes variations d'équivalent : de tels dicordes, déjà fortement détériorés, sont susceptibles d'être rapidement mis hors d'usage et l'on a, au contraire, intérêt à réformer les dicordes avant qu'ils ne soient atteints de défauts aussi graves.

Un népermètre établi pour mesurer l'affaiblissement effectif sur 600 ohms ne permet guère de déceler des variations d'équivalent inférieures à 0,01 néper ; encore faut-il, pour que ces variations soient

---

1. Dans certains bureaux, on remplace le générateur de courants sinusoïdaux par un « pick up » chargé, par exemple, d'aviser les abonnés d'un changement de numéro de leur correspondant : le procédé perd alors une partie de sa sensibilité mais demeure néanmoins efficace.

2. En régime sinusoïdal pur, des fluctuations rapides de 0,1 néper peuvent être perçues par un opérateur exercé.

perceptibles, que l'oscillateur employé soit parfaitement stable et qu'en outre les fluctuations de l'équivalent soient assez espacées : si ces fluctuations sont très rapprochées (dès qu'il s'en produit, par exemple, plusieurs par seconde), les déplacements de l'aiguille du népermètre deviennent incertains.

La précision de 0,01 néper est largement suffisante pour déceler un dicorde défectueux, puisqu'un tel dicorde commence seulement à devenir gênant au moment où il est susceptible d'introduire sur une conversation des variations d'équivalent de l'ordre de 0,25 néper. Il y a néanmoins intérêt à disposer, pour assurer l'entretien préventif des dicordes, de procédés de vérification très sensibles : or les procédés simples énumérés sous B.a)1., B.a)2. et B.b), judicieusement appliqués, permettent d'obtenir, en pratique, une sensibilité encore plus grande que celle que donne le népermètre. Soulignons dès à présent la raison de ce fait : le népermètre a été spécialement établi pour mesurer un affaiblissement effectif sur 600 ohms, c'est-à-dire pour juger des qualités de transmission que peut posséder un dicorde en cours de conversation lorsqu'il est utilisé pour raccorder deux impédances de 600 ohms ; on peut bien utiliser accessoirement le népermètre pour juger du bon état d'un dicorde, mais il n'a pas été étudié dans ce but.

Les variations intempestives d'équivalent que risque d'engendrer un dicorde défectueux ont leur cause dans un défaut de constance de la résistance des conducteurs ; point n'est besoin, par conséquent, de recourir à un népermètre pour mettre en évidence ce défaut : tout procédé permettant de déceler une petite variation de la résistance d'un conducteur sera tout aussi efficace et pourra même l'être plus.

Plaçons-nous, pour fixer les idées, dans le cas simple où le dicorde à essayer est un dicorde de tableau standard (cette hypothèse du dicorde dit « métallique », où tous les procédés de vérification sont applicables, permettra de juger de l'efficacité relative de ces différents procédés) ; les conducteurs du dicorde à essayer ont quelques ohms de résistance. Raccordons à une extrémité du dicorde une source (pile ou oscillateur) de force électromotrice E et de résistance intérieure r; à l'autre extrémité, un récepteur (téléphone, lampe, volt-

mètre) ayant une résistance r'. Si x désigne la résistance du cordon, la tension aux bornes du récepteur est :

$$U = \frac{Er'}{r + r' + x}.$$

Si $\frac{\Delta U}{U}$ est la plus petite variation relative de la tension aux bornes du récepteur qui soit perceptible dans les conditions de la mesure le procédé permettra de déceler un défaut Δx de constance de x donné par la formule :

$$\Delta x = \Delta U \frac{(r + r' + x)^2}{Er'} = \frac{\Delta U}{U}(r + r' + x).$$

On a déterminé expérimentalement l'ordre de grandeur de la plus petite variation Δx qu'on peut déceler en utilisant les différents procédés indiqués sous B. a) 1. (pile et téléphone), sous B. a) 2. (pile et lampe) et sous B.b) (oscillateur et téléphone) ; pour rendre les résultats comparables, on a, dans chaque cas où cela est possible, donné à r, r' et x des valeurs uniformes, à savoir :

$$r = r' = x = 5 \text{ ohms.}$$

Les résultats obtenus ont été réunis dans le tableau ci-joint.

PROCÉDÉ de vérification.	ORDRE de grandeur de la variation minimum Δx de la résistance qui puisse être perçue. (ohms)	OBSERVATIONS.
B. a) 1. Pile et téléphone :		
$r = x = r' = 5$ ohms ;		On utilise comme téléphone un récepteur de poste à batterie locale, du modèle de 1910.
$E = 1{,}5$ volt.....	0,1	
$E = 24$ volts	0,01	
B. a) 2. Pile et lampe :		
$r = x = 0$; $r' = 20$ ohms ;		
$E = 4{,}5$ volt.....	0,5	
B. b) Source sonore et téléphone :		On utilise comme téléphone un récepteur de poste à batterie locale du modèle de 1910 Le volume est réglé de manière à réaliser les meilleures conditions de sensibilité.
$r = x = r' = 5$ ohms ;		
Courant à 800 p : s.....	2,5	
Courant de conversation fourni par un « pick up ».....	10	

L'examen de ce tableau montre que le procédé « pile et téléphone » est le plus sensible (1) ; viennent ensuite le procédé « pile et lampe » et le procédé « source sonore et téléphone ». La sensibilité de 0,01 néper, indiquée plus haut pour le népermètre, correspondrait à $\Delta x = 12$ ohms. Ainsi le procédé utilisant le népermètre est moins sensible que tous les autres procédés : cela est simplement dû à ce fait que le népermètre a été établi pour mesurer des affaiblissements effectifs sur 600 ohms ; un népermètre étudié pour mesurer des affaiblissements effectifs sur des terminaisons de quelques ohms donnerait évidemment une sensibilité de beaucoup supérieure (un népermètre étudié pour des terminaisons de l'ordre de 5 ohms permettrait de déceler des variations de x de l'ordre de 0,1 ohm).

III. Conclusions.

Le procédé utilisant une pile et un téléphone est, de tous, le plus simple, et il est applicable dans la grande majorité des cas ; son efficacité a d'ailleurs été sanctionnée par la pratique, et il n'est pas douteux que c'est ce procédé qu'il faut employer dans tous les cas où le schéma des cordons le permet. De très bons résultats ont été obtenus, en pratique, avec des tensions d'importances diverses : une tension élevée (de l'ordre de 24 volts) permet de déceler rapidement les défauts francs ; une tension réduite (quelques dixièmes de volts) permet en outre de dépister avec certitude les défauts légers ; et, d'après les résultats des très nombreux essais effectués par le service de maintenance de la direction des Services téléphoniques de Paris, il semble que ce soit par l'emploi combiné de ces deux types de tension qu'on puisse espérer réaliser, dans les meilleures conditions possibles, le bon entretien des cordons (2).

Le procédé utilisant une pile et une lampe de faible tension,

---

1. Les essais qui ont permis de mettre en évidence la grande sensibilité du procédé « pile et téléphone » n'ont fait que confirmer les constatations faites depuis longtemps par M. Dauvin, ingénieur en chef de la région de Lille.

2. L'organisation suivante pourrait être adoptée : les téléphonistes se contenteraient d'effectuer l'essai sous 24 volts ; un jack, donnant une tension réduite, serait en outre installé sur le meuble et permettrait aux agents chargés de l'entretien d'effectuer périodiquement une vérification plus approfondie.

que certains services préfèrent au procédé « pile et téléphone », ne s'applique qu'au cas des tableaux standards et de certains tableaux interurbains. La mise en œuvre en est un peu moins simple que celle du procédé précédent (elle exige qu'on installe, sur chaque position, deux jacks et une lampe) ; la sensibilité en est également moindre. Ce procédé, qui peut être appliqué dans de bonnes conditions dans un local bruyant, donne néanmoins, en pratique, de très bons résultats.

Dans tous les cas où le schéma des dicordes ne permet d'employer ni le procédé de la pile et du téléphone ni le procédé de la pile et de la lampe, on peut avoir recours au procédé utilisant une source sonore et un téléphone. Comme source sonore, il est recommandable d'utiliser un générateur de fréquence musicale pure : ce générateur, dont la puissance peut être très réduite, peut être réalisé sans grands frais au moyen de tubes à vide alimentés par les batteries centrales des bureaux.

Le procédé dit « du népermètre » permet de déceler, en pratique, avec une sensibilité suffisante, les dicordes défectueux ; il permet d'opérer rapidement et sans fatigue même dans un local bruyant. Comme il mesure l'équivalent des cordons, il permet de déceler les cordons dont l'équivalent, tout en étant stable, atteint une valeur excessive. Malheureusement, la mise en œuvre de ce procédé exige un matériel compliqué et coûteux (oscillateur et népermètre) et sa généralisation ne saurait en être envisagée. En revanche, il est certain qu'un népermètre peut rendre de grands services, soit au personnel chargé de l'entretien dans les très grands bureaux, soit aux agents dont le rôle est de contrôler cet entretien, soit enfin aux ingénieurs désireux de vérifier que certains dicordes n'interviennent pas pour une part exagérée dans l'affaiblissement dû à la traversée d'un bureau.

Il arrive souvent, en pratique, que tel cordon, jugé « mauvais » par une téléphoniste, soit déclaré « bon » par le vérificateur chargé de l'entretien. De semblables contestations peuvent être évitées si les téléphonistes et les vérificateurs disposent des mêmes criteriums pour juger de l'état des cordons. Cette considération suffirait à elle seule à faire préférer aux procédés de vérification des cordons, dont la mise en œuvre est compliquée et coûteuse, les procédés simples dont la généralisation peut se faire sans frais.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Coefficients de distorsion non-linéaire des lampes amplificatrices triodes (A. Clausing, *Veröffentlichungen aus dem Gebiete der Nachrichtentechnik*, janvier 1931) (extraits). — Lorsqu'on applique une tension rigoureusement sinusoïdale à un conducteur dont la caractéristique n'est pas linéaire, il en résulte un courant qui, en plus de la composante sinusoïdale fondamentale de fréquence imposée, comprend de nouvelles fréquences, qui sont les harmoniques de cette fréquence fondamentale. D'après Fourier, tout phénomène périodique, et en particulier un courant sinusoïdal déformé, peut être représenté par une somme de fonctions sinusoïdales, d'amplitudes, de fréquences et de phases différentes. Le rapport entre les harmoniques et le fondamental est appelé le *coefficient de distorsion non-linéaire*. Si l'on désigne par ω_1 la fréquence du fondamental (ou premier harmonique) et par A_1 son amplitude, par ω_2 la fréquence du deuxième harmonique et par A_2 son amplitude, par ω_3 la fréquence du troisième harmonique et par A_3 son amplitude, etc..., le coefficient de distorsion non linéaire k est par définition donné par la formule :

$$k = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + \ldots\ldots + A_n^2}}{A_1}.$$

Pour mesurer le coefficient de distorsion non-linéaire on peut appliquer deux méthodes. La première méthode consiste à mesurer la valeur efficace de l'ensemble des harmoniques et en même temps la valeur efficace du fondamental. La deuxième méthode consiste à mesurer séparément l'amplitude de chacune des composantes de fréquences après filtrage ou en appliquant la méthode de la fréquence chercheuse (Suchfrequenz) de Grützmacher. On peut aussi calculer le coefficient de distorsion non-linéaire connaissant la relation entre la tension et l'intensité du courant ; ou bien analyser les courbes

obtenues à l'aide d'un oscillographe et déterminer ainsi séparément le fondamental et les harmoniques.

Les résultats obtenus par le calcul, dans les différents cas, peuvent être ainsi résumés :

Nous désignerons :

par A l'amplitude de la tension alternative dans le circuit de plaque ;

par A_g l'amplitude de la tension alternative dans le circuit de grille ;

par B_a la tension de la batterie de plaque ;

par B_g la tension de la batterie de grille (on comptera *positivement* les tensions négatives) ;

par R_a la résistance extérieure ;

par R_i la résistance intérieure de la lampe ;

par D la constante de pénétration de la lampe (inverse de la constante d'amplification) ;

par γ l'exposant de B_a ou de B_g dans la formule donnant I_a en fonction de B_a ou de B_g ;

par G le coefficient de B_a dans la formule $I_a = 6\,B_a$.

1. Le coefficient de distorsion non-linéaire d'une lampe à deux électrodes (sans grille) est :

a) lorsqu'il n'y a pas de résistance dans le circuit de plaque :

$$k = \frac{A}{4B_a}(\gamma - 1);$$

b) lorsqu'il y a une grande résistance dans le circuit de plaque :

$$k = \frac{A}{4B_a} \cdot \frac{1}{4\sqrt{GR_a B_a}}.$$

2. Le coefficient de distorsion non-linéaire d'une lampe triode avec grille est :

a) lorsqu'il n'y a pas de résistance dans le circuit de plaque et que le courant de grille est nul :

$$k = \frac{A_g}{4(DB_a - B_g)}(\gamma - 1);$$

b) lorsqu'il y a une résistance dans le circuit de plaque et que le courant de grille est nul :

$$k = \frac{A_g}{4(DB_a - B_g)} \cdot \frac{1}{4\sqrt{GR_a B_a}}.$$

Lorsque le courant de grille n'est pas nul, le coefficient de distorsion non-linéaire augmente rapidement avec l'intensité de ce courant et diminue lorsque la résistance extérieure augmente, c'est-à-dire lorsque le rapport $\frac{R_a}{R_i}$ augmente. Une puissance utile relativement grande peut être fournie par le tube sans distorsion non-linéaire gênante lorsque l'on a $\frac{R_a}{R_i} = 4$ environ.

3. Coefficient de distorsion non-linéaire des lampes de puissance avec grille-écran.

La variation du coefficient de distorsion non-linéaire d'une lampe à grille-écran en fonction de l'amplitude diffère de la variation du coefficient de distorsion non-linéaire d'une lampe n'ayant qu'une grille de commande en ce que, dans le cas de la grille-écran, l'augmentation de la résistance extérieure R_a, ne diminue le coefficient de distorsion non-linéaire que jusqu'à une certaine valeur de R_a. Si R_a dépasse cette valeur, le coefficient de distorsion non-linéaire augmente de nouveau, car alors la tension de plaque, dans ses variations alternatives, atteint à certains moments des valeurs inférieures à la tension de la grille-écran, ce qui provoque une émission secondaire.

4. Coefficient de distorsion non-linéaire des amplificateurs à montage équilibré (push-pull).

a) Lorsqu'on combine deux courbes caractéristiques de façon à raccorder leurs coudes inférieurs, le coefficient de distorsion non-linéaire commence par croître proportionnellement au carré de la tension alternative de grille A_g, atteint une valeur relativement grande (20 %) et décroît ensuite lorsque A_g continue à augmenter. Lorsqu'apparaît le courant de grille, le coefficient de distorsion non-linéaire croît de nouveau, rapidement, avec l'intensité de ce courant de grille.

b) Lorsqu'on combine deux courbes caractéristiques, mais sans employer une si grande polarisation négative commune B_g des grilles, le coefficient de distorsion non-linéaire croit d'abord sensiblement linéairement avec A_g et ensuite un peu plus vite immédiatement avant l'apparition du courant de grille. Mais, tant que le courant de grille n'existe pas, le coefficient de distorsion non-linéaire reste relativement petit (inférieur à 6 %).

5. La distorsion non-linéaire peut être compensée par l'emploi d'une deuxième lampe, en utilisant une partie de caractéristique dont la courbure est de sens contraire à celle de la première lampe.

6. Le coefficient de distorsion non-linéaire des démodulateurs (amplificateur-redresseur et audion) dépend beaucoup de l'amplitude de la tension en haute fréquence appliquée à l'entrée et du taux de modulation. Il est grand (1/4 du taux de modulation) lorsque cette ampiitude est petite et il décroît lorsque la tension en haute fréquence augmente. Mais il finit par augmenter de nouveau lorsque la tension en haute fréquence continue de croître. De plus, le coefficient de distorsion non-linéaire varie beaucoup avec la fréquence, surtout dans le cas où l'on utilise un couplage par réaction dans le montage du démodulateur. Il diminue lorsque la basse fréquence (fréquence modulatrice) s'élève.

7. Le coefficient de distorsion non-linéaire des postes récepteurs de radiodiffusion varie beaucoup avec l'amplitude de la tension haute fréquence et avec la fréquence modulatrice. Il est maximum pour de petites valeurs de la tension en haute fréquence, de petites amplitudes, de basses fréquences modulatrices et des taux de modulation élevés.

Le minimum du coefficient de distorsion non-linéaire correspond à des tensions en haute fréquence d'amplitudes moyennes (de l'ordre de 0,2 volt à la grille de la lampe). Pour des amplitudes plus grandes de la tension en haute fréquence, le coefficient de distorsion augmente, d'une part à cause de l'apparition du courant de grille dans les tubes de puissance, et d'autre part à cause de la surcharge de l'audion.

INFORMATIONS.

Radiotéléphonie. — Depuis le 25 avril, tous les réseaux téléphoniques de France peuvent échanger des conversations téléphoniques avec Cape Town, Port Elisabeth et les réseaux de la partie méridionale de la province du Cap. Le service fonctionne tous les jours, sauf le dimanche, de 7^h30 à 12^h30. La taxe pour les trois premières minutes est fixée à $843^f,75$.

Depuis le 1er juin, la France continentale est en relations téléphoniques avec la Corse, par le moyen d'une liaison radiotéléphonique provisoire. Cette liaison présente la particularité d'être exécutée sur des ondes très courtes : $7^m,60$ dans le sens continent—Corse, et $8^m,20$ dans le sens Corse—continent.

Les deux stations correspondantes sont installées à la Turbie, près de Nice, et à Calenzana, près de Calvi. Les deux extrémités du circuit sont à Nice et à Calvi ; le circuit continent-Corse comprend une section à quatre fils de Nice à la Turbie, une section sans fil de la Turbie à Calenzana et une section à deux fils de Calenzana à Calvi.

Les appareils émetteurs utilisent des puissances très faibles, d'une dizaine de watts environ. Le récepteur est placé dans la même salle que l'émetteur et à côté de lui, et il en est de même de la liaison au réseau, ce qui permet de faire desservir la communication par un seul opérateur technique dans chaque station. Ces dispositions, qui réduisent au minimum le prix de revient de la communication radioélectrique, ont permis de réduire à 6 francs la taxe de l'unité de conversation de 3 minutes entre Nice et Calvi, ce qui est le coût d'une communication intérieure de même distance.

La liaison Nice—Calvi écoule, depuis son ouverture, une moyenne journalière de 80 à 100 unités de conversation ou avis d'appel, ce qui constitue un rendement des plus intéressants.

Ce sont les installations d'essai étudiées par le Service de la T.S.F.

qui assurent actuellement le service radiotéléphonique à la Turbie et à Calenzana ; des installations définitives devront être construites ultérieurement. Il n'aurait pas été possible, en effet, de reculer l'ouverture de la liaison jusqu'à ce que les installations définitives eussent pu être établies ; et, d'autre part, de nouveaux problèmes, posés par l'emploi dans le service des ondes de 8 mètres, devraient être étudiés préalablement à toute commande à l'industrie : propagation sur mer, construction d'émetteurs et de récepteurs de grand trafic, possibilité de placer côte à côte les appareils émetteur et récepteur d'une même station.

Téléphonie automatique. — A Paris, la mise en service du téléphone automatique dans les secteurs « Elysées » et « Anjou » a eu lieu le samedi 21 mai, entre 21h30 et 22 heures.

Concours d'admission à la 1re section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (avril 1932) : sujets des épreuves écrites. — *Rédaction sur un sujet général.* — Fontenelle, dans l'éloge de Viviani (savant géomètre italien, correspondant de l'académie des sciences, mort en 1703), s'exprime ainsi : « Il avait cette innocence et cette simplicité de mœurs que l'on conserve ordinairement quand on a moins de commerce avec les hommes qu'avec les livres ; et il n'avait point cette rudesse et cette fierté sauvage que donne assez souvent le commerce des livres sans celui des hommes. »

Vous développerez cette pensée, en montrant que la lecture des bons livres et la connaissance du monde sont nécessaires à la culture et au perfectionnement de l'esprit ; l'une ou l'autre employée trop exclusivement serait insuffisante, ou pourrait même devenir funeste.

Géographie. — Etudier les régions françaises délimitées par les tracés longitudinaux des voies de chemin de fer de Paris à Saintes (réseau de l'État), de Paris à Clermont-Ferrand (réseau du P.L.M.), et par le tracé transversal de la voie ferrée de Saintes, Angoulême, Limoges, Ussel, Clermont-Ferrand (Etat et Orléans) : aspect physique, géographie humaine, ressources.

Mathématiques. — I. On considère le système d'équations

(1) $$y = mx + a\,;$$

(2) $$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{a},$$

où a désigne un nombre donné positif, et m un nombre donné algébrique.

1° Résoudre ce système. Entre quelles limites doit être compris m pour que le système ait des solutions ?

2° Les équations (1) et (2) définissent chacune une fonction y de la variable x. Etudier les variations de ces deux fonctions ; construire les courbes représentatives et retrouver, par cette voie, la discussion du 1°.

II. Soient un cercle de centre O et de rayon R, et un diamètre AB. On mène la tangente en un point M, qui coupe en C la tangente en A.

1° Démontrer que les droites BM et OC sont parallèles.

2° On fait tourner la figure autour de AB, et l'on pose AC $= a$. Calculer la mesure de la surface engendrée par la ligne formée de l'arc BM et du segment rectiligne MC, en fonction de a et de R. Quelle valeur faut-il donner à a pour que cette surface soit les 8/5 de la surface de la sphère de diamètre AB ?

Physique. — I. 1° Résistance ; ohm. 2°) Association des résistances ; applications.

II. 1° Propagation du son dans l'air : définition expérimentale, longueur d'onde, vitesse. 2°) Principe de la mesure de la vitesse du son dans l'air d'un tuyau, par la méthode d'inscription graphique ; résultats.

Chimie. — I. Electrolyse du chlorure de sodium en solution. Quels sont les différents corps que l'on peut obtenir par cette électrolyse ? Indiquer brièvement, pour chacun d'eux, les propriétés les plus importantes qui motivent leur emploi dans l'industrie.

II. On donne des solutions étendues et séparées des corps suivants : acide chlorhydrique, acide sulfurique, acide sulfhydrique, acide azotique, anhydride carbonique, anhydride sulfureux. On demande d'indiquer, pour chacun de ces corps, une ou deux réactions permettant de les caractériser.

Droit administratif. — Le département.

Rédaction sur un sujet postal. — Faites l'étude critique de la réglementation afférente aux envois d'imprimés non périodiques, dans le régime intérieur. Indiquez les mesures qui seraient susceptibles d'y apporter des simplifications. Evitez de vous perdre dans les détails de la réglementation.

Rédaction sur le service électrique. — Enoncer les prescriptions réglementaires relatives à l'emploi du téléphone pour la transmission des télégrammes, y compris les télégrammes-mandats. Etude critique du système.

Acheminement des télégrammes. — L'administration des Postes du Danemark a publié les résultats suivants de statistiques relatives à divers délais d'attente subis par les télégrammes :

Délai moyen écoulé entre	Observations du					
	18 février 1925.	25 avril 1928.	17 avril 1929.	12 février 1930.	9 avril 1930.	18 février 1931.
le dépôt et la transmission des télégrammes.....	12m41s	11m43s	11m18s	6m26s	6m42s	5m24s
l'arrivée et la mise en distribution des télégrammes par porteur..		24m 2s	22m40s	17m30s	15m15s	12m10s
l'arrivée et la mise en distribution des télégrammes par téléphone.		13m13s	11m20s	7m42s	7m38s	5m52s
la réception et la transmission des télégrammes en transit.....		11m54s	13m36s	7m36s	7m 3s	5m20s

La transmission par téléphone des radioconcerts. — Pour cette transmission, l'administration des Téléphones de Suisse a créé trois genres d'abonnements :

1° les raccordements individuels, réservés exclusivement aux abonnés possédant le téléphone ;

2° les raccordements collectifs, permettant de brancher sur

une seule ligne téléphonique plusieurs postes récepteurs ; la conception technique de l'installation est telle, que le secret des conversations téléphoniques échangées sur la ligne commune est absolument garanti : aussitôt qu'une communication téléphonique est établie, les auditeurs de musique sont exclus de la ligne ;

3° les raccordements de groupes, permettant aux habitants d'un groupe de maisons ne pouvant utiliser une ligne téléphonique existante d'avoir à leur disposition une ligne d'écoute spéciale : on peut relier jusqu'à cinquante postes de réception sur une seule de ces lignes spéciales.

Des dispositions techniques sont prises pour éviter que les conversations téléphoniques ne soient troublées par la diffusion des concerts radiophoniques. D'autre part, comme le circuit utilisé pour la diffusion des radio-concerts ne doit pas perdre son caractère de ligne téléphonique, l'abonné peut appeler et être appelé ; pendant toute la durée de la communication, sa liaison avec l'amplificateur du central est coupée.

Le réseau national français de radiodiffusion. — Dans un discours qu'il a prononcé à Bordeaux, le 3 juillet 1932, M. Queuille, ministre des P.T.T., a annoncé la décision prise récemment par lui de la mise en construction de quatre grands postes de radiodiffusion destinés à remplacer ceux de l'Ecole supérieure des P.T.T., de Toulouse, de Lyon et à créer un nouveau poste pour la région de la Méditerranée. D'autres suivront bientôt.

Parallèlement à l'édification des stations, se poursuivra l'adaptation des circuits téléphoniques à la transmission des fréquences musicales en vue de constituer le réseau d'alimentation nécessaire aux stations.

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

720.069. Disposition de suppression des perturbations des signaux télégraphiques, avec accumulation électrostatique des signaux (Siemens et Halske, Allemagne).

720.168. Gaines protectrices pour bobines de charge sous-marines (Electrical research products, Etats-Unis).

720.443. Système de connexions pour la télégraphie multiple sur fil par courants porteurs (Allgemeine, Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

720.533. Télégraphe imprimeur et appareils analogues (International communications laboratories, Etats-Unis).

720.728. Arrangements de circuits pour systèmes télégraphiques imprimeurs (Le Matériel téléphonique, France).

720.840. Câble sous-marin (Felten et Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Allemagne).

720.881. Installation de parafoudre pour câbles à signaux (Felten et Guilleaume Carlswerk Aktiengessellschaft, Allemagne).

721.012. Montage pour appareils télégraphiques à commutation de batteries (H. Fuld et C°, Telephon und Telegraphenwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

721.499. Système télégraphique secret (Siemens et Halske, Allemagne).

721.621. Dispositif pour l'actionnement d'appareils et notamment d'appareils de signalisation à grande distance (Compagnie de signaux et d'entreprises électriques, France).

Téléphonie.

719.750. Appareil d'appel pour téléphone automatique (J. Servanton et J.-M. Consaël, France).

720.111. Appareil téléphonique automatique à main (Siemens et Halske, Allemagne).

720.127. Câble de prolongement dont les circuits de conversation ont une capacité augmentée (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

720.261. Dispositif pour l'établissement instantané d'une communication dans les installations téléphoniques à raccordement automatique (A. Rosenthal et O. Drews, Allemagne).

720.315. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

720.400. Compteur de communications téléphoniques (H.-P. Amphlett et E.-W. White, Angleterre).

720.490. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Associated telephone and telegraph company, Etats-Unis).

720.626. Installation pour la transmission multiple de signaux par la haute fréquence sur une ligne (Deutsche Telephonwerke und Kabelindustrie Aktiengesellschaft, Allemagne).

720.726. Perfectionnements apportés aux mécanismes compteurs pour systèmes téléphoniques ou autres (Le Matériel téléphonique, France).

720.727. Perfectionnements aux compteurs de communications pour systèmes téléphoniques ou autres (Le Matériel téléphonique, France).

720.755. Installation téléphonique mixte automatique à prise directe du réseau (Magneta telephone France).

720.764. Perfectionnements aux appareils et systèmes de jonction pour câbles tels que les câbles de signalisation électrique (Le Matériel téléphonique, France).

720.771. Assemblages pour bobines de charge utilisées dans la pupinisation des lignes électriques servant à transmettre des signaux (Le Matériel téléphonique, France).

721.123. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Siemens brothers et C°, Angleterre).

721.406. Perfectionnements aux systèmes de télécommunications électriques (Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

721.563. Perfectionnements aux systèmes électriques de transmission (Electrical research products, Etats-Unis.)

721.579. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

721.644. Appareil pour la mesure des niveaux de transmission (Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

722.090. Disposition de couplage pour téléphones à prépayement avec perception des taxes suivant le temps et la zone dans les installations téléphoniques (Telephon Apparat Fabrik E. Zwietusch et C°, Allemagne).

722.146. Disposition de couplage dans les installations téléphoniques pour la transmission des signaux (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

722.151. Procédé pour le réglage d'une membrane de téléphone (R. Goldschmidt, Allemagne).

722.283. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

722.312. Commutateur sélecteur pour systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

Transmission des images.

720.441. Perfectionnements aux procédés et systèmes de transmission de la télévision (Radio corporation of America, Etats-Unis).

720.753. Perfectionnements aux moteurs synchronisés pour télévision, télécinéma, télémécanique et autres applications (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

Les courants de synchronisation venant du poste transmetteur provoquent périodiquement une décharge lumineuse dans une lampe à gaz rare L. Le faisceau lumineux intermittent ainsi obtenu est en outre rupté par un disque opaque D à secteur transparent calé sur l'arbre du moteur M d'entraînement du poste récepteur. Une cellule photoélectrique G placée en regard de la lampe L, derrière le disque D, engendre donc un courant dont l'intensité ne dépend que de la différence de phase entre la rotation du moteur M et la rotation du moteur du poste transmetteur qui produit les signaux de synchronisation et qui sert à agir sur le couple du moteur M par un moyen quelconque en vue d'effectuer la synchronisation désirée.

720.798. Perfectionnements aux procédés et systèmes de télévision (Radio corporation of America, Etats-Unis).

721.466. Perfectionnements aux dispositifs électro-optiques (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

721.634. Perfectionnement aux systèmes optiques d'analyse et de reconstitution de télévision, télécinéma, téléimpression, etc... (invention, R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

721.994. Procédé de transmission et de reproduction de signes, images, etc. (Fein-Maschinenbau, Allemagne).

722.310. Perfectionnements aux systèmes oscillants synchronisés utilisés en télévision, télécinéma, télémécanique, etc... (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

Le miroir servant à dévier le pinceau lumineux qui explore l'objet ou le film à transmettre (au poste émetteur) ou qui déplace un point lumineux sur l'écran récepteur pour reconstituer l'image transmise (au poste récepteur) est fixé à un arbre mobile entre deux rubis XY. Cet arbre XY porte également : 1° un cadre C

(mobile dans le champ d'un aimant A) ; 2° deux ressorts spirales S_1 et S_2 servant à amener le courant dans le cadre C, et enfin 3° un secteur opaque O qui se déplace entre une lampe lumineuse L et une cellule photoélectrique K. Le cadre C mobile dans le champ magnétique est soumis au courant de sortie d'une lampe triode, dont la grille est reliée à la cellule photoélectrique K ; ce cadre C prend par suite un mouvement oscillatoire entretenu dont la fréquence dépend du couple mécanique donné par les ressorts spirales S_1 et S_2. L'amplitude des oscillations est réglée d'autre part par le calage du secteur opaque O et par l'intensité lumineuse de la lampe L.

39.751. Dispositif pour la transmission électrique des images (O. von Bronk, Allemagne) (2e addition au brevet n° 618.960).

Radiocommunications.

720.002. Perfectionnements aux amplificateurs à résistances (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

720.076. Système radiotéléphonique d'intercommunication sur fils (International radiophone corporation, Etats-Unis).

720.311. Récepteur radiotélégraphique (Société industrielle des procédés W. A. Loth, France).

720.342. Perfectionnements aux dispositifs changeurs de fréquence pour radiosignalisation (invention Jehan de Mare) (Société des Etablissements Ducretet, France).

720.401. Disposition des résistances pour récepteurs radiophoniques (Ideal Werke Aktiengesellschaft für drahtlose Telephonie, Allemagne).

720.601. Perfectionnements aux récepteurs de signaux radioélectriques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

720.624. Récepteur de radiocommunication insensible à l'influence des parasites (P.-A. Drouin, Indo-Chine).

720.709. Dispositif de réglage du circuit d'accord dans les postes de télégraphie sans fil (Les postes de T.S.F. Phal, France).

720.751. Systèmes d'aériens antiparasites (E. Bellini, France).

721.089. Tube à décharges électriques qui comporte une cathode à incandescence chauffée directement et qui est destiné à recevoir, amplifier ou engendrer des oscillations électriques (N.-V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

721.542. Support intermédiaire pour lampes de T.S.F. (Radioröhrenfabrik, Allemagne).

721.635. Dispositif pour faciliter le réglage des postes récepteurs d'ondes hertziennes (J.-L. Routin, France).

721.788. Système de distribution radioélectrique (N.-V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

721.895. Procédé de modulation des ondes entretenues (F. Vitus, France).

722.034. Perfectionnements aux circuits amplificateurs de radio (Johnson laboratories, Etats-Unis).

722.059. Dispositifs du type non mécanique, pour le contrôle de la réactance, applicables particulièrement aux systèmes de signalisation à haute fréquence (Le Matériel téléphonique, France).

722.163. Perfectionnements aux oscillateurs à fréquence variable cyclique (Communication patents, Etats-Unis).

722.206. Transformateur (W.-C.-Ch. Caspersen et C. Larsen, Danemark).

722.263. Procédé et dispositif pour la transmission par microphone des sons émis par un instrument (Société Gilbert, France).

722.282. Perfectionnements aux systèmes d'antennes radiophoniques pour ondes dirigées (Le Matériel téléphonique, France).

722.297. Dispositif pour régler et maintenir constante automatiquement l'intensité des signaux décelés par un radio-récepteur (invention J.-F. Bedeau et J. de Mare) (Société des Etablissements Ducretet, France).

722.306. Procédé pour la commande de signaux lumineux à la sortie d'un poste de T.S.F. et ses applications (E.-M.-F. Fromy, France).

722.332. Dispositif permettant d'atténuer ou de supprimer les effets de nuit dans les relèvements radiogoniométriques (Compagnie générale aéropostale, France).

Divers.

720.583. Mode de transmission à distance de grandeurs de mesures au moyen d'une ligne qui, par instants, ne conduit pas de courant (Allgemeine Elecktricitâts Gesellschaft, Allemagne).

720.824. Installation de transmission d'informations et de commande à distance (Allgemeine Elektricitâts Gesellschaft, Allemagne).

720.854. Procédé pour le trafic à haute fréquence sur les lignes à haute tension (Deutsche Telephonwerke und Kabel Industrie Aktiengesellschaft, Allemagne).

721.134. Dispositif pour trafic télégraphique, trafic téléphonique, trafic de mesure à distance, etc..., sur des connexions à haute fréquence, notamment entre des usines d'électricité (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

BIBLIOGRAPHIE.

Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, par J. Wallot, professeur extraordinaire à l'École supérieure technique de Berlin, collaborateur scientifique de la Société Siemens et Halske. Berlin, Julius Springer, 1932. 1 vol. in-8° de x + 332 pages, avec 347 figures.

Cet ouvrage est la rédaction d'un cours professé par l'auteur au laboratoire central de la société Siemens et Halske devant de jeunes ingénieurs sortant d'écoles supérieures ou d'écoles techniques et devant des praticiens cultivés, en vue de compléter leur instruction sur les branches de la technique dont la connaissance est particulièrement nécessaire pour l'étude de la téléphonie et de la télégraphie. Ce cours est destiné à des personnes qui auront à appliquer leurs connaissances pour rechercher et obtenir des solutions pratiques : les questions étudiées sont donc traitées aussi complètement qu'il est possible de le faire sans entrer dans les détails qui ne sauraient intéresser que le spécialiste. Les formules les plus importantes sont illustrées par des applications numériques relatives à des situations existantes. Mais le public auquel s'adresse ce cours est intelligent et instruit : il possède déjà des connaissances générales assez étendues en mathématiques et en physique (correspondant, par exemple, au niveau de notre licence ès sciences). Un tel public exige un exposé précis et logique, un développement bien ordonné des matières ; il ne redoute pas l'emploi fréquent de formules approchées dont le degré d'approximation ne lui échappe pas et se révèle cependant très suffisant pour toutes les applications.

La matière de l'ouvrage est riche. Voici les titres des chapitres : Installations à courant continu ; Champs électriques ; Champs magnétiques ; Installations à courant alternatif ; Etablissement des courants (phénomènes transitoires) ; Quadripoles ; Translateurs ; Ampli-

ficateurs à lampes ; Lignes à constantes uniformément réparties ; Câble pupinisé ; Mesures des constantes des lignes ; Troubles apportés par le voisinage de lignes ; Filtres électriques ; Lignes factices et lignes artificielles ; Théorie générale des phénomènes transitoires et des distorsions dans le cas des systèmes linéaires ; Télégraphie et téléphonie à grande distance.

Le lecteur trouve dans cet ouvrage tout ce qu'il est utile de connaître pour avoir une vue d'ensemble de l'état actuel de la technique des communications, et même pour aborder l'étude précise des questions très spéciales. Les sujet est traité avec clarté et élégance. L'ouvrage paraît susceptible d'être très vivement recommandé aux techniciens français. L.-J. C.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 16-7-32.

Etude sur

UNE NOUVELLE MÉTHODE DE TAXATION

des imprimés déposés en nombre,

par Charles THOLLON-GILS,
directeur régional des Postes et Télégraphes.

En matière de taxes, comme d'impôts, la méthode la meilleure est celle dont le rapport est élevé, la perception facile et le caractère exempt d'importunité.

Si la surtaxe à l'arrivée doit être maintenue pour les objets isolés non ou insuffisamment affranchis, il semble bien que l'évolution des procédés de correspondance commande qu'il en soit autrement pour les objets déposés en nombre. C'est une conséquence du précepte qui vient d'être exposé.

La surtaxe à l'arrivée, s'agissant surtout d'imprimés ou de circulaires expédiés dans un but de publicité commerciale, est particulièrement importune : elle est importune pour le destinataire, car ces objets ne présentent en général, pour lui, qu'un intérêt modéré ; elle est importune pour l'expéditeur, car elle risque de lui aliéner la bienveillance de sa clientèle. D'ailleurs, lorsque l'expéditeur s'est renseigné sur le tarif applicable à un imprimé d'un modèle déterminé et s'est conformé aux indications reçues, il est en droit de manifester son mécontentement des surtaxes dont certains bureaux plus vigilants ont frappé ses envois.

Au surplus, la perception au lieu de destination est essentiellement fragmentaire, car, dans un envoi de circulaires incorrectement affranchies la proportion des objets surtaxés est certainement minime.

Enfin l'application de la surtaxe par les complications qu'elle entraîne, est importune pour l'administration, car elle alourdit singulièrement les services de l'arrivée et de la distribution,

en même temps qu'elle constitue une source de réclamations et de conflits.

Au contraire, la perception au départ est rapide, totale et ne peut prêter à critiques.

Ces différentes considérations condamnent la taxation à l'arrivée des objets déposés en nombre. Dès lors, le but à atteindre, dans l'intérêt des commerçants aussi bien que de l'administration, est la perception totale au lieu d'origine, d'après l'exacte et régulière application des tarifs sous le contrôle des bureaux de destination.

***

Les difficultés actuelles proviennent des divergences d'interprétation, en matière de tarif, entre les bureaux de dépôt et de destination.

Elles ont trait, en premier lieu, à la détermination du mode d'impression, certains procédés imitant à s'y méprendre les caractères de la machine à écrire et parfois même de l'écriture manuscrite ; en second lieu, à la recherche du sens général ou personnel que présente le texte.

Force est bien de reconnaître qu'en matière de circulaires commerciales les intentions des expéditeurs et les désirs de l'administration sont essentiellement divergents. Pour cette dernière, afin d'assurer une taxation aisée, exacte et incontestable, l'idéal consisterait à se trouver en présence d'une typographie évidente et d'un sens dont la généralité ne pût donner lieu à controverse. Le commerçant, au contraire, évite le plus possible cette présentation : il sait que le public est saturé de publicité et que l'immédiate destination d'un tel prospectus est la corbeille à papiers. Pour que sa publicité soit efficace, il doit saisir et retenir l'attention du destinataire ; il s'ingénie dès lors à ne pas présenter sa circulaire sous la forme d'un imprimé ordinaire, mais à lui donner, au contraire, par sa rédaction et sa forme matérielle, l'apparence d'une véritable lettre. Pour atteindre ce but, le style s'efforcera de traduire une idée générale sous une forme particulière et personnelle, la gravure imitera l'écri-

ture, ou bien encore les caractères d'imprimerie seront semblables a ceux de la machine à écrire. Dans cet ordre d'idées, des maisons se sont spécialisées dans la fonte de caractères typographiques dont les empreintes sont absolument identiques à celles que donne la machine à écrire ; elles ont même poussé l'ingéniosité jusqu'à créer des caractères destinés à simuler une erreur de dactylographie.

Or l'administration, étant une exploitation à caractère commercial, se doit de satisfaire sa clientèle. En règle générale, ce n'est pas à la clientèle de s'adapter aux règlements : c'est à l'administration qu'il appartient de suivre l'évolution des besoins et de discipliner ses méthodes d'après les nécessités constatées., d'autant qu'elle possède, pour les imprimés, un monopole de fait sinon de droit et qu'il serait peu désirable, au surplus, qu'une autre entreprise vînt la concurrencer.

Il faut donc poser en principe qu'il ne saurait être question de réglementer le mode d'impression. L'usage s'est universellement répandu, par exemple, de lithographier ou de graver en cursive certains avis de faire part ; on ne saurait y revenir, même si cette cursive, au lieu d'être artistiquement moulée, revêt l'apparence d'une écriture courante. Le texte du § 1 de l'art. 16 du Réglement d'exécution de la Convention de Londres précise, il est vrai, que le procédé mécanique doit être facile à reconnaître ; mais on ne conçoit guère qu'on puisse refuser, sans s'exposer à des réclamations fondées, des centaines d'imprimés identiques sous prétexte que, pris isolément, chaque exemplaire peut prêter à confusion. Toute réglementation serait intolérable parce que fatalement arbitraire et qu'on ne saurait soutenir, au surplus, que la prefection réalisée dans une présentation typographique déterminée soit un motif d'exclusion d'une catégorie où seraient admis sans discussion des spécimens plus grossiers.

La difficulté n'est pas impossible à résoudre, cependant. Il suffirait, semble-t-il, de fixer en substance que les imprimés en nombre devront être obligatoirement déposés aux guichets des bureaux et qu'ils seront accompagnés d'un bordereau auquel seront annexés un ou deux exemplaires de l'envoi. Si tel bureau d'arrivée juge le cas douteux, il adresse une note au bureau de dépôt, qui le

renseigne lorsqu'il s'agit d'imprimés réels et, dans le cas contraire, perçoit la double taxe sur l'expéditeur. Il est bien évident que, si le nom et l'adresse de l'expéditeur ne figuraient pas sur cette correspondance, le bureau d'arrivée devrait surtaxer comme objet isolé, car on ne se trouverait pas, de toute évidence, en présence d'un envoi collectif.

Dans le régime international, l'état actuel des conventions ne permet pas de songer à appliquer une telle méthode. Toutefois, l'office d'origine percevant à son profit le produit des taxes nées sur son territoire, il n'y a pas, en définitive, perte pour le trésor français si la taxe a été mal calculée au départ.

***

Pour ce qui est de la nature même de la circulaire, une méthode analogue pourrait être appliquée dans l'hypothèse du maintien de la législation actuelle ; dépôt obligatoire au guichet, sous bordereau auquel seraient annexés un ou deux spécimens. Mais tous les objets ainsi déposés ne devraient être envoyés au timbrage ou au départ qu'après avoir été vérifiés par le receveur ou par son délégué, qui viserait le bordereau et assumerait ainsi la responsabilité de la régularité de l'affranchissement.

On ne saurait admettre cependant que le « permis de circuler » ainsi implicitement délivré fût exempt de tout contrôle : l'administration ne possèderait pas de garantie suffisante contre l'erreur ou la négligence des agents vérificateurs ; d'ailleurs, les expéditeurs ne tarderaient pas à découvrir, dans les grandes villes notamment, le bureau donnant aux réglements l'interprétation la plus large. Il est donc indispensable de maintenir le contrôle à l'arrivée. Si un bureau destinataire estime que la taxe a été inexactement appliquée, il saisit le bureau de dépôt ; la présence dans les archives d'exemplaires de l'objet litigieux parmet d'étudier la question à loisir.

Quelle suite pourra-t-on donner à l'affaire si une erreur a été commise ? L'idéal serait de percevoir le complément sur l'expéditeur. Mais il ne faut pas oublier que les objets auraient été soit for-

mellement, soit tacitement acceptés ; dès lors, il ne paraît guère possible d'imposer une surtaxe générale, qui multiplierait le prix de l'affranchissement par un coefficient parfois assez élevé. Ce contrôle aurait cependant pour résultat de stimuler le zêle et l'action des agents vérificateurs, qui seraient invités à se pénétrer du règlement d'une manière plus précise. Toutefois il est à craindre que les bureaux, sachant que leur contrôle n'aboutira pas à une perception complémentaire, ne prennent pas la peine de verbaliser.

Les surtaxes à l'arrivée ne sont pas d'un rapport appréciable, c'est certain ; elles sont néanmoins un stimulant pour le contrôle et une crainte salutaire pour l'expéditeur, qui redoute de franchir les limites de la réglementation et soumet parfois au tarif plein des objets qu'il n'hésiterait pas à expédier au tarif réduit s'il ne redoutait la sanction de la surtaxe et tous les inconvénients qu'elle entraîne.

***

Pour éviter les difficultés suscitées par les différences d'interprétation, il est indispensable de se trouver en présence d'une réglementation simple. Or il n'est pas douteux que le maintien de la législation actuelle, en ce qui concerne le sens du texte des imprimés, personnel ou impersonnel, particulier ou général, ôte tout espoir de parvenir à ce résultat. Tout a été dit sur la manière de distinguer le sens général du caractère particulier, l'*Instruction générale* le *Traité de législation et d'exploitation postales* de M. Pradère ont condensé la doctrine en termes excellents : peut-être pourrait-on dire autrement, on ne saurait mieux dire. Ainsi que le fait remarquer très justement M. Pradère,

> Cette question de la rédaction peut fournir la matière de discussions savantes et académiques, mais elle ne paraît pas susceptible d'une solution qui puisse se formuler en termes clairs et précis, parce que la démarcation entre le style de la lettre privée ou secrète adressée à l'individu et celui de la circulaire qui vise toute une catégorie de personnes, est pratiquement impossible à tracer. C'est affaire d'appréciation et, dans les questions de tarifs, il faut, en vue d'une application aisée des lois et règlements et aussi de la facilité des rapports avec le public, éviter tout ce qui peut laisser place à l'arbitraire. A ce point de vue, il suffirait, semble-t-il, de recourir à un moyen en quelques sorte mécanique et infaillible pour reconnaître les imprimés qui peuvent être considérés comme circulaires. Ce moyen

consiste à rechercher si l'on pourrait déplacer, changer les bandes qui recouvrent les imprimés, sans que de ces échanges il résulte de la confusion dans leur distribution et sans les exposer à tomber dans des mains où elles ne devraient pas parvenir d'après les instructions de l'expéditeur (1).

Or cette méthode est loin, cependant, d'être infaillible. Lorsque l'administration d'un journal envoie des avis relatifs à des renouvellements d'abonnement, avis que la jurisprudence considère comme présentant le caractère de correspondance personnelle, l'interversion des bandes entourant des avis identiques ne présentera aucune conséquence en ce qui concerne les destinataires. Cet exemple est loin, d'ailleurs, d'être isolé.

En fait, la question est très ardue, les divergences de vues, les espèces soumises à l'interprétation de l'administration ou des tribunaux en sont la preuve. On verra surgir sans cesse de nouvelles difficultés, car l'ingéniosité des particuliers se donnera toujours libre cours et ne laissera pas de lasser l'attention des censeurs les plus vigilants.

En fait, une quantité considérable de circulaires qui, d'après les règles les plus élémentaires, devraient être taxées comme lettres, circulent à tarif réduit. Aussi, étant données les difficultés et les variations de l'interprétation, non seulement de ville à ville, mais encore de bureau à bureau dans la même localité, le caractère un peu arbitraire de certaines règles, le volume sans cesse croissant de la publicité, la pénurie des cadres, la difficulté pour les agents de connaître à fond une réglementation qui s'enfle chaque jour d'une manière anormale par suite du développement continu des attributions administratives, est-on fondé à se demander si le moment n'est pas venu de jeter résolument par dessus bord toute cette exégèse, toutes ces distinctions subtiles entre le général et le particulier et d'adopter enfin une formule vraiment simple et générale, à savoir : transporter dans le régime intérieur la règle internationale qui considère comme imprimé tout ce qui n'est pas manuscrit. Ce ne serait point, à vrai dire, un pas nouveau à faire, mais simplement une évolution à terminer, car nombreux sont aujourd'hui les im-

1. Etienne Pradère, *Traité de législation et d'exploitation postales.*

primés présentant un caractère de correspondance actuelle et personnelle qui cependant ne sont pas taxés au tarif des lettres.

L'application des méthodes internationales simplifierait et clarifierait singulièrement la question. Ainsi que l'a démontré l'éminent internationaliste M. Louis Renault,

Il est bon de faire remarquer que, lorsque l'application d'une règle posée dans la Convention donne de bons résultats, il est bien extraordinaire qu'elle ne finisse pas par être introduite dans la législation interne des pays adhérents à l'Union. Et à ce propos, il convient d'observer encore que les règles débattues au sein des Conférences internationales présentent d'ordinaire un caractère plus large et plus libéral que les prescriptions du droit national de chaque pays et que leur introduction, dans la législation d'un Etat, constitue d'ordinaire la réalisation d'un progrès.

Des objections sont à prévoir :

C'est se lancer dans l'inconnu. Ne l'a-t-on pas osé en 1848 en créant le tarif uniforme, en 1856 en abaissant résolument la taxe des imprimés, et depuis, chaque fois qu'on a modifié sensiblement les tarifs ?

Une perte de taxes est à craindre, car de nombreux objets actuellement soumis au tarif des lettres circuleront comme imprimés: des maisons puissantes, notamment, pourraient faire imprimer leur correspondance. Au tarif syndical de 5 francs par mille caractères, les frais de composition de la lettre la plus courte dépasseraient singulièrement la différence de l'affranchissement. Au surplus, si des objets actuellement passibles en théorie du tarif des lettres étaient admis comme imprimés, ce serait, dans bien des cas, la simple régularisation d'un état de fait. On peut dire encore que le développement des imprimés conduira à recourir de plus en plus à une méthode dont il est déjà fait largement usage et qui consiste à lancer la publicité sous lettre close pour mieux forcer l'attention de la clientèle. On peut répondre enfin qu'à l'usage il sera possible de rétablir l'équilibre par un aménagement nouveau des tarifs, car les commerçants ne peuvent ignorer, et s'ils l'ignorent il faut le leur dire, qu'en définitive, c'est par le produit de la taxe des lettres qu'ils payent le déficit causé par la circulation des imprimés.

Quoi qu'il en soit, il est bon de se souvenir à ce propos de l'appréciation portée par un de nos anciens sur la réforme de 1856 :

« elle doit être envisagée, disait-il, beaucoup moins au point de vue « financier qu'au point de vue de la satisfaction qu'elle donne « aux besoins du commerce, de l'industrie et des relations privées « en général » (1).

---

1. BELLOC, *Les Postes françaises.*

RÉSUMÉ HISTORIQUE
DE L'APPAREIL TÉLÉGRAPHIQUE BAUDOT

et de ses principales transformations et applications, de l'origine à la fin de 1931, (1)

par L. LESAFFRE,
directeur régional honoraire des Postes et Télégraphes.

L'œuvre de Baudot. — Les études et recherches de Baudot remontent à 1872. Son premier brevet, du 17 juin 1874, concernait un « Système de télégraphie rapide », appareil multiple et imprimeur, basé sur le code alphabétique à six éléments de signaux auquel se substituait peu après, et de façon définitive, le code à cinq éléments avec courant de repos. Un crédit accordé par l'administration des Postes et Télégraphes, à qui l'appareil avait été proposé, permit d'en constituer les parties essentielles pour une expérimentation en ligne, que l'on entreprit le 15 décembre 1875 sur un fil de 550 kilomètres, et dont les résultats décidèrent de la réalisation d'un « appareil complet à quintuple transmission » ; Baudot fit breveter celui-ci, le 2 mars 1876, sous le titre de « Système d'appareil télégraphique multiple imprimeur ». Les ateliers Dumoulin-Froment en fabriquèrent deux spécimens. Terminés en juillet 1877, ce sont eux qui, la même année, marquèrent le début de l'exploitation

---

1. L'auteur des lignes suivantes, à présent retraité (après trente-trois ans de présence eu Service spécial baudot, qu'il a dirigé de 1905 à 1928), ne songeait pas à les écrire ; il obéit à un sentiment de déférence envers un ancien et excellent chef qui lui a demandé de rédiger, à l'occasion du Congrès de l'électricité de 1932, un historique des perfectionnements du baudot « afin de faire en sorte qu'on ne passe pas sous silence le fruit de l'activité si remarquable des télégraphistes français ».

Tout au long de cet historique, des noms, après celui de Baudot, ont en conséquence été cités ; mais c'est surtout leur nombre qui importe, car il atteste, à l'actif de la collectivité télégraphique française, la continuité d'une tradition toute d'émulation et d'effort vers le progrès.

du baudot sur une ligne française, en assurant cinq secteurs de transmission distincts entre Paris et Bordeaux.

L'un comme l'autre comprenait dans son mécanisme fondamental :

a) Cinq manipulateurs, chacun pouvant former, avec ses cinq touches, trente-deux combinaisons différentes, soit trente-et-un signaux de travail et un de repos ; les cinq touches étaient disposées verticalement (les trois premières affectées à la main droite, les deux dernières à la main gauche, comme actuellement) et la transmission, rythmée par métronome, comportait compensation et contrôle ;

b) Un distributeur circulaire qui, au cours de sa révolution, offrait successivement la ligne à cinq opérateurs : il était formé de couronnes découpées en contacts, qui se reliaient soit aux manipulateurs pour la transmission, soit à des groupes de cinq électro-aimants polarisés enregistreurs de la réception ; sur ces contacts, glissaient des paires de frotteurs tournant sous l'impulsion de rouages à mouvement uniformisé et synchronisé par le régulateur à tige vibrante et le dispositif correcteur employés au hughes ;

c) Cinq combinateurs électriques constitués chacun par un système imprimeur et un assemblage de cinq couronnes métalliques divisées en contacts tels qu'ils présentaient successivement, à cinq frotteurs disposés perpendiculairement à ces couronnes et tournant en concordance avec le distributeur, trente-et-une génératrices reproduisant les trente-et-une combinaisons de travail du code Baudot ; cinq électro-aimants polarisés, enregistreurs des signaux reçus de la ligne, correspondaient, rang pour rang, aux cinq couronnes, chaque électro-aimant reliant son butoir de travail aux contacts de la couronne correspondante chargés de représenter les émissions de travail dans les trente-et-une génératrices susvisées, et son butoir de repos aux autres contacts ; au cours de la révolution des frotteurs et à un moment, un seul, déterminé par les positions de travail ou de repos imposées, sous l'action du signal reçu, aux armatures des électro-aimants enregistreurs, un circuit local se fermait par l'intermédiaire desdits frotteurs, contacts et butoirs, et provoquait le déclenchement du système imprimeur pour la traduction de ce signal en un caractère typographique ; le dispositif

connu de l'inversion de la roue des types permettait d'affecter à chaque signal un caractère de la série des lettres ou un caractère de la série des chiffres.

Ce quintuple (1) fonctionna convenablement entre Paris et Bordeaux ; toutefois, la multiplicité de ses contacts électriques se révéla, à la pratique, non exempte d'inconvénients. Baudot y remédia par des modifications au manipulateur et au distributeur, ainsi que par la création du *combinateur mécanique à dix voies*, avec lequel il réalisa le *récepteur double* qui, en une seule révolution, pouvait traduire et imprimer deux signaux indépendants l'un de l'autre, ce qui lui permettait de desservir à lui seul deux manipulateurs.

A la fin de 1879, un *quadruple*, inspiré de ces nouvelles données est mis en service sur Paris—Lyon, et se généralise ensuite sur Paris—Bordeaux, Paris—Marseille, Lyon—Marseille, etc... Il se distingue alors du quintuple par les transformations suivantes :

a) Le manipulateur n'est plus vertical : pour la commodité du doigté, ses cinq touches sont disposées à plat, sur un même plan horizontal ; chacune d'elles est solidaire de quatre ressorts-lames pour la transmission avec compensation et contrôle local ;

b) Le distributeur se compose de deux plateaux de couronnes de contacts, l'un vertical, l'autre horizontal ; les contacts du plateau vertical se rattachent aux manipulateurs ; ceux du plateau horizontal, aux électro-aimants polarisés récepteurs des courants de ligne ; les frotteurs de l'un et l'autre plateau sont équipés en conséquence et solidaires du même mouvement de rotation, entretenu comme au quintuple ;

c) Le récepteur double utilise deux systèmes imprimeurs ; cinq électro-aimants enregistreurs, non polarisés, commandés en local par les électro-aimants récepteurs de ligne correspondants ; et le nouveau combinateur mécanique comportant notamment dix cou-

---

1. Il valut à son inventeur, en 1878, un grand prix à l'Exposition universelle de Paris, et ensuite la croix de la Légion d'honneur.

Il en existe encore un spécimen entier, qui figure, ainsi d'ailleurs que les différents types qui lui ont succédé, au musée du Conservatoire national des Arts-et-Métiers.

ronnes concentriques horizontales, dont cinq, dénommées *voies de repos*, sont doublées chacune d'une *voie de travail*. Les cinq couronnes ou voies de repos sont taillées en reliefs et creux, répartis, comme aux couronnes de contacts du combinateur électrique, selon l'ordre des trente-et-une combinaisons de travail du code Baudot, les émissions de travail étant représentées par les reliefs, celles de repos par les creux. Les cinq couronnes ou voies de travail sont découpées inversement : elles opposent des creux aux reliefs et des reliefs aux creux des cinq voies de repos. Deux cadres de leviers-chercheurs [1], disposés suivant les deux rayons d'un même diamètre tournent, à vitesse synchronisée par le distributeur, en tendant à faire basculer les chercheurs dans les creux des couronnes afin de produire le mouvement nécessaire au déclenchement de l'un et l'autre système imprimeur. Ce mouvement est interdit aux chercheurs, solidaires par leur cadre, tant qu'ils restent tous sur les voies de repos, où ils trouvent toujours, au cours de la révolution du combinateur, au moins un relief qui s'oppose à leur chute globale; mais celle-ci devient possible lorsque les électro-aimants aiguilleurs sont actionnés et déplacent à l'aide de celles de leurs armatures touchées par les émissions de travail du signal à traduire, les aiguilles qui leur correspondent respectivement au combinateur ; ces aiguilles entrent alors en jeu ; chacune d'elles fait passer de la voie de repos sur celle de travail le chercheur qu'elle a charge de guider, et un mouvement de déclenchement en résulte, au seul moment voulu pour l'impression de ce signal.

En 1880, intervient un modèle de récepteur simple, dit *traducteur*, qui n'assure qu'une réception. Du récepteur double, il conserve le groupe de cinq électro-aimants aiguilleurs, avec un seul système imprimeur, et le combinateur mécanique à dix voies, auquel certaines modifications sont toutefois apportées. En particulier, les dix couronnes circulaires horizontales sont remplacées par cinq paires de disques d'acier assemblés verticalement et taillés en reliefs

1. Dénommés couramment *chercheurs* parce que, sous l'action permanente d'un levier propulseur commun, ils cherchent à s'enfoncer dans les creux du combinateur qui tourne en glissant sous leurs pieds.

et creux disposés exactement comme ceux de ces couronnes, le premier disque de chaque paire constituant la voie de repos, le second la voie de travail ; mais le procédé d'aiguillage, de déclenchement et d'impression reste le même, les chercheurs et les électro-aimants aiguilleurs y ayant été appropriés.

En 1881, d'autres innovations apparaissent :

Le manipulateur n'a plus que deux ressorts-lames : un pour la transmission, l'autre pour le contrôle local La compensation est abandonnée, et le métronome remplacé par un électro-aimant de cadence.

Le distributeur ne comporte plus qu'un seul plateau de contacts fixé horizontalement ; ses fonctions électriques ne changent pas.

Le relais polarisé Baudot et la correction Baudot sont créés. Le premier, grâce à la faible inductance propre de ses deux bobines et au mode de suspension de son armature, dont l'axe horizontal, surmonté d'un index vertical contacteur, oscille très librement sur deux pointes, est à la fois sensible et rapide ; on le substitue à l'électro-aimant polarisé récepteur de ligne. La seconde, avec son léger équipage électro-magnétique, agit sur un rouage satellite pour débrayer du mouvement et retarder le bras porteur des frotteurs du distributeur dès que celui-ci prend une certaine avance sur le distributeur avec lequel il correspond ; ce dernier tourne sensiblement moins vite et il envoie à chaque révolution au premier, pour se maintenir en synchronisme avec lui, deux courants dits *correcteurs* (un de travail suivi d'un de repos) ; de fonctionnement sûr et précis, cette correction supplante aussitôt le dispositif Hughes employé avant elle au baudot.

Ces perfectionnements successifs ont tellement transformé l'appareil que, dans le type [1] présenté à l'Exposition internationale

---

1. Type exécuté (de même que les importantes transformations de l'époque, en particulier le traducteur avec combinateur mécanique à dix voies, puis à deux voies) dans les ateliers de l'ingénieur-constructeur J. Carpentier, où celui-ci et V. Cartier, ingénieur, chef du bureau des études, contribuèrent savamment à une fabrication qui fit de l'appareil multiple français, ainsi que Baudot le déclarait textuellement en 1885, un « véritable instrument de précision ».

de 1881, où il obtient la médaille d'or, les techniciens reconnaissent à peine le quintuple primé en 1878, dont seuls les principes fondamentaux subsistent.

En 1882, le traducteur bénéficie d'une ingénieuse simplification dont l'appareil Baudot retire ensuite grand profit : au lieu du combinateur mécanique à dix voies, il en utilise un à deux voies, réalisé à la suite d'études visant au plus économique procédé de fabrication des disques. On sait que l'ordre suivant lequel les combinaisons se répartissent dans le code Baudot peut être quelconque, sous réserve de graver les caractères de la roue des types d'après lui. Or il en est un où les cinq disques de repos sont identiquement entaillés en creux et reliefs. Si on les assemble tous cinq en les décalant l'un après l'autre d'une entaille, leurs reliefs et creux se disposant alors selon des diagonales dont les extrémités supérieures partent du premier disque, et si on ajoute à celui-ci quatre creux supplémentaires en tête du relief par lequel il commence, chaque combinaison se trouve représentée deux fois, dans le sens horizontal sur les cinq disques, ou bien dans le sens vertical sur le premier disque seul. Basé sur cette seconde disposition, le combinateur mécanique à deux voies, dont les deux disques, inversement taillés en reliefs et creux, constituent l'un la voie de repos, l'autre la voie de travail, tourne parallèlement aux cinq chercheurs qui ont été reconstitués en conséquence, ainsi que leurs électro-aimants non polarisés, auxquels on n'a plus laissé individuellement qu'une bobine. Le traducteur de 1882 a pris à ce moment une forme conservée depuis, sauf sa transformation de 1909.

En vue d'unifier le matériel télégraphique, Baudot réalise, après son quadruple à grand rendement, un appareil simple, destiné aux lignes de moyenne importance et qui comprend : un manipulateur, un distributeur, un relais et un traducteur, tous groupés sur une seule table. Le distributeur est fixé sur la face postérieure du traducteur, qui est entraîné par un socle-moteur électrique muni d'un nouveau régulateur. Celui-ci comporte une masse mobile entre deux tiges-guides, d'une part associée à deux ressorts à boudin dont le nombre des spires mises en jeu accorde la vitesse de régime, et d'autre part pourvue de deux frotteurs avec lesquels elle opère,

sur des platines réglables, un freinage compensateur des variations du travail résistant.

Les cinq électro-aimants aiguilleurs du traducteur ne sont plus, comme au quadruple, actionnés chacun par un relais distinct, mais par un seul relais qui les commande successivement.

Aux troisième, quatrième et cinquième touches du manipulateur s'adapte un accrochage électro-magnétique qui pare aux insuffisances de doigté des opérateurs et dont le circuit se rattache, pour le rappel au repos des touches après transmission, à celui de l'électro-aimant de cadence.

La transmission s'effectue soit en simplex, à l'alternat dans l'un et l'autre sens, soit en duplex, simultanément dans les deux sens, avec recours au relais Baudot du type à bobines différentielles.

Le baudot simple, qui donna de bons résultats, n'est cependant pas conservé. Il cède la place au baudot double (deux transmissions par révolution du distributeur), auquel vient bientôt s'ajouter le triple (trois transmissions), puis le quadruple à deux plateaux et trois relais.

Entre temps, le régulateur isochrone Baudot est réalisé. C'est un perfectionnement de celui qui avait été inauguré avec le baudot simple ; toutefois, sa masse n'a plus de frotteurs : par l'intermédiaire de ses deux ressorts à boudin, parfaitement appariés et calibrés, et de leur support vissé à l'extrémité de l'axe du mobile dont dépend le distributeur, elle exerce au palier de cet axe une friction qui, à toute instant, équilibre le travail résistant et par suite garantit à la vitesse une très grande constance.

Le quadruple à deux plateaux et trois relais ne tarde pas à supplanter celui de 1882, dit à vingt-et-un relais (autant que les vingt électro-aimants-aiguilleurs, plus un relais pour la correction) ; il s'en distingue par les avantages suivants :

ses manipulateurs n'ont plus qu'un ressort-lame de contact par touche ;

son distributeur a ses deux plateaux de contacts, un pour la transmission, un pour la rectification de la réception, appliqués de part et d'autre d'une cage dotée de la correction Baudot et dont l'axe central, porteur des deux groupes de frotteurs, tourne sous la com-

mande soit d'un socle-moteur électrique, soit d'un moteur à poids, l'un ou l'autre tributaire du nouveau régulateur isochrone ;

le nombre de ses relais se réduit à trois : le premier, le récepteur, recueille les signaux arrivant de la ligne puis, par l'entremise de contacts écourtés du plateau de rectification, commande le second relais, l'aiguilleur, lequel actionne ensuite, à lui seul et successivement, les électro-aimants des traducteurs ; le troisième relais assure, après dérivation prise sur la transmission, le contrôle local de celle-ci ; avec l'artifice de la rectification des signaux, le quart seulement de la longueur normale de chacun d'eux, choisi dans leur partie médiane, est effectivement utilisé ; le reste, 3/8 au début, autant à la fin, soit les 3/4 de leur valeur totale, est d'avance sacrifié aux perturbations de ligne ou aux fluctuations du synchronisme.

Le traducteur 1882, le régulateur isochrone, la rectification des signaux ont, par leur association, largement contribué à la simplicité et à la sûreté de fonctionnement de l'appareil Baudot. Aussi celui-ci accuse-t-il, à l'Exposition universelle de 1889, une nouvelle métamorphose, affirmative de sa supériorité.

Peu avant 1889, sont également mis en service :

1° une translation dite tournante, à Turin, sur le fil Paris—Rome, constituée par un distributeur inverseur automatique, qui, durant chacune de ses révolutions, permet à un relais Baudot de recevoir de Paris et retransmettre vers Rome, puis à un second relais d'effectuer l'opération en sens contraire ;

2° deux sextuples à deux plateaux et trois relais sur la communication Paris—Marseille ;

3° deux triples-doubles conjugués sur deux fils souterrains Paris—Bordeaux, avec transmission exclusive dans le sens Paris—Bordeaux sur le premier fil et dans le sens Bordeaux—Paris sur le second, et avec fonctionnement en triple ou en double selon l'état électrique des conducteurs ; des relais Baudot, intercalés à Orléans, Tours, Poitiers et Angoulême, se prêtent à un contrôle de leur propre fonctionnement, étant agencés avec des commutateurs qui leur permettent, à la demande de Paris ou de Bordeaux, d'intervertir le sens de leur réception et de leur retransmission, ou bien encore de

boucler les deux fils en renvoyant sur l'un les courants reçus de l'autre ;

4° des installations dites *échelonnées* associant trois postes sur une même communication et assurant à chacun d'eux une liaison permanente avec les deux autres.

En 1894, autre innovation, d'une importance capitale : le retransmetteur, capable de renvoyer sur une ligne, en les rénovant, tous les signaux d'une autre ligne enregistrés dans un traducteur auquel on l'adapte. Articulant sur les cinq chercheurs de celui-ci ses cinq ressorts de contacts qui en épousent les mouvements, les reproduisent entre deux butoirs rattachés aux piles de ligne, et enfin réexpédient les signaux ainsi préparés, il n'est autre, en réalité, qu'un manipulateur commandé à distance. On l'utilise en premier lieu sur la communication Paris-Bourse—Paris-Central —Milan-Central—Milan-Bourse, où il assure, installé aux postes intermédiaires, la retransmission vers les postes extrêmes. Son emploi se répand ensuite, procurant à l'exploitation du baudot une souplesse et des possibilités inconnues auparavant. Avec lui, la longueur des communications ne compte plus ; il s'y intercale de place en place et augmente indéfiniment leur portée.

A la fin de 1894, Baudot propose la création d'une installation volante, dénommée *poste portatif*, aux fins d'emploi temporaire dans des localités où se produisent des événements exceptionnels. Réalisé quelques années après, ce poste portatif, de dimensions réduites, de montage et démontage ultra-rapides, se compose de deux quadruples, du type à un seul plateau et un seul relais, associés à la même cage de distributeur et comprenant chacun trois manipulateurs et un traducteur entraîné, comme le distributeur, sous la commande directe d'un socle moteur électrique alimenté par piles. Les deux quadruples ainsi équipés peuvent desservir deux lignes distinctes, chacun assurant sur la sienne trois transmissions sans contrôle et une réception. En 1899, la constitution d'un second poste portatif, identique au premier, est entreprise. Tous deux ont été depuis fort appréciés des reporters, qui les ont souvent vus, parfois en des circonstances difficiles, écouler avec célérité un abondant trafic de presse. En 1910, huit quadruples spéciaux, de dimen-

sions encore plus petites, sont construits à leur tour, pour affectation exclusive au service de presse des congrès de Versailles. Comme les postes portatifs, ils existent toujours et leur gabarit a servi de modèle pour l'établissement du quadruple Baudot de chacune des voitures télégraphiques réalisées pendant la guerre à la demande des autorités militaires.

En 1897, est inaugurée à Brégenz, pour l'établissement du baudot entre Paris et Wien, une translation tournante à double relais, avec auto-excitation et distributeur inverseur automatique, amélioration de celle qu'on avait montée à Turin en 1887, sur laquelle son grand avantage est la rectification des signaux avant retransmission, selon la disposition employée au quadruple et au sextuple à deux plateaux et trois relais. Ce nouveau type de translation est ensuite utilisé à Coblence sur un fil Paris—Berlin, puis à Lyon sur les communications de Paris avec la côte d'azur.

L'œuvre des successeurs de Baudot. — Vers 1900, Baudot fléchit brusquement sous l'effort ; la maladie interrompt désormais son génial labeur. Au service spécial qu'il dirigeait, ses deux derniers élèves, l'inspecteur Robichon puis l'inspecteur Lesaffre lui succèdent l'un après l'autre et continuent son œuvre. Entre autres progrès qui ont suivi, touchant le mécanisme de l'appareil ou ses procédés d'exploitation, on relève :

En 1901, le retransmetteur (1) Robichon, non rotatif, actionné directement par le relais de ligne et non plus, comme le retransmetteur Baudot, indirectement par l'intermédiaire du traducteur ; indépendant de ce dernier, il en économise l'emploi et, par surcroit, s'affranchit des à-coups de vitesse inhérents à tout organe tournant ;

Vers 1903, une modification au relais Baudot, par M. Robichon : la position des deux bobines par rapport à l'armature est

---

1. Il utilisait, pour la réception d'abord, les cinq mêmes électro-aimants que le traducteur ; ceux-ci agissaient ensuite, pour la réexpédition de cette réception, sur cinq leviers dont les contacts oscillaient entre deux butoirs reliés aux piles de ligne. Un fort électro-aimant de rappel ramenait ces leviers au repos dès après la transmission du signal sur le second fil, et avant réception, du premier fil, du signal suivant à réexpédier.

rendue aisément réglable après adjonction d'un excentrique agissant sur leur culasse et commandé par un bouton dont la manœuvre permet à la fois de rapprocher la première bobine de l'armature et d'en éloigner d'autant la seconde, ou inversement ; l'effet est donc double : il facilite une rapide et précise mise au point ;

En 1905, à l'instigation de M. Robichon, et d'après modèle exécuté sous ses directives par M. Sintz, agent-mécanicien du service spécial Baudot, l'adaptation de l'accrochage mécanique aux cinq touches du manipulateur, dont le doigté se trouve facilité et mieux garanti contre des défaillances passagères ; l'électro-aimant de cadence est reconstitué pour servir en même temps au rappel des touches ;

En 1906, la translation étudiée par M. Lesaffre pour l'établissement du baudot entre Paris et Madrid et inaugurée à Bordeaux, d'où son appellation de « type Bordeaux » ; accouplant sur une même cage de distributeur les deux plateaux de contacts reliés respectivement à Paris et Madrid, et rattachant ses retransmetteurs non rotatifs à des commutateurs donnant toutes les possibilités de contrôle ou de rentrée du côté de la réception ou du côté de la réexpédition des signaux, elle a pour caractéristique, comparativement à la translation avec retransmetteurs Baudot, de réduire à la fois de moitié l'appareillage nécessaire et son encombrement dans les bureaux ; à partir de 1909, cette translation fait usage d'un nouveau retransmetteur non rotatif plus sensible que le modèle Robichon ; elle se substitue de proche en proche aux translations avec retransmetteurs Baudot ou avec distributeur inverseur automatique, puis seule se généralise sur les nombreuses communications Baudot à grande distance ou bifurquées qui sillonnent à présent tout le réseau français, certaines d'entre elles se prolongeant au delà des frontières;

En 1908, sur l'initiative de M. Lesaffre, l'expérimentation suivie de l'application du baudot triple usuel, à transmissions alternées, sur l'un des conducteurs de la ligne souterraine Paris—Rouen, où, depuis vingt ans, le service était assuré par deux baudots doubles conjugués, exclusivement affectés, l'un à la transmission de Paris par un fil, l'autre à la transmission de Rouen par un second

fil ; l'emploi du triple ou du double usuel sur fil unique est ensuite étendu aux communications souterraines de faible longueur dont l'exploitation au Baudot, ainsi simplifiée, se trouve bien améliorée ;

En 1909, la transformation du traducteur 1882, et la création d'un retransmetteur non rotatif, après études de concert entre M. Lesaffre et M. Chattelun, agent mécanicien du Service spécial Baudot ; les chercheurs du traducteur sont reconstitués sous une forme plus légère, ainsi que les appendices des électro-aimants aiguilleurs (1) qui déterminent leur mouvement de bascule sur le combinateur ; ce mouvement est, au surplus, obtenu par glissement et non plus par pression ; l'inertie de l'ensemble se trouve diminuée ; on y gagne la possibilité (c'était le résultat cherché) d'actionner ces électro-aimants avec des émissions de courant aussi brèves que celles qui proviennent des contacts écourtés du plateau de rectification du quadruple ou du sextuple à deux plateaux et trois relais. Le nouveau retransmetteur est constitué avec ces mêmes électro-aimants et aussi d'après le même procédé du glissement pour les déplacements de ses cinq ressorts de contacts oscillant, à la manière du manipulateur, entre deux butoirs reliés aux piles de ligne ; grâce à lui et au traducteur transformé, le sextuple et le quadruple sont ensuite simplifiés et unifiés avec le triple et le double, en n'utilisant plus qu'un seul plateau de distributeur et un seul relais et en réduisant au quart de leur longueur normale les contacts (2) de leur plateau par l'intermédiaire desquels l'unique relais de ligne et de contrôle actionne les électro-aimants de ce retransmetteur ou de ce traducteur ; ces derniers sont depuis couramment dénommés *retransmetteur* 1909 et *traducteur* 1909 ;

En 1911, la substitution, au procédé d'exploitation avec relais différentiel en usage sur les communications échelonnées réalisées à l'origine par Baudot, du dispositif Lesaffre, dit 1911, qui emploie

---

1. Peu après, les ateliers J. Carpentier présentent un traducteur pourvu d'électro-aimants aiguilleurs d'un autre type, également nouveau. Mis à l'épreuve en ligne, il donne, lui aussi, de bons résultats ; néanmoins, il n'est pas utilisé ensuite par le service des Postes et Télégraphes.

2. Les contacts similaires des plateaux triple et double, primitivement écourtés de moitié, sont ensuite, eux aussi, réduits au quart.

le relais Baudot ordinaire, assure toute sécurité à la « coupure » (1) entre correspondants jusque là trop aléatoire, et rend l'orientation de la réception indépendante de celle du contrôle de la transmission, toutes deux liées auparavant et non toujours simultanément possibles entre les trois postes intéressés, opposés deux à deux : le poste intermédiaire et le poste extrême travaillant à la fois avec le poste principal et entre eux deux ; cette refonte vaut un regain de vitalité aux communications de l'espèce ;

En 1912, l'établissement, sur le câble sous-marin Toulon—Ajaccio, d'un baudot double, agencé avec le dispositif de décharge, imaginé par M. Lesaffre et répondant au désir de l'administration des Postes et Télégraphes d'éviter là toute complexité ; d'un fonctionnement robuste et sûr, ce dispositif agit automatiquement par le jeu des frotteurs du distributeur, lesquels, à chaque révolution, mettent à la terre, d'abord le câble pendant 1 /3 du temps après chacune des cinq émissions du manipulateur, puis le câble et le relais Baudot récepteur pendant les 3 /8 du temps pris sur la durée même et vers la fin de chaque émission de réception ; le baudot double ainsi équipé donne les meilleurs résultats dès sa mise en service et soutient un rendement pour le moins triple de celui qu'on obtenait avant lui au hughes avec relais Willot ; à Toulon, il se relie aussitôt, à travers une translation du type Bordeaux, à un quadruple du côté de Marseille pour former une communication quadruple-double assurant deux secteurs de transmission Marseille—Toulon, plus deux autres secteurs Marseille — Ajaccio par retransmission à Toulon ;

En 1915, une communication aéro-sous-marine semblable, avec même dispositif de décharge, constituée entre Marseille, Nice et Bastia, et desservant deux secteurs Marseille— Nice, et deux secteurs Marseille—Bastia en retransmission à Nice ;

Durant la guerre, la réalisation, grâce à ce dispositif de décharge, d'une communication Baudot quadruple entre le Havre et Londres,

---

1. La transmission et la réception s'effectuant à l'alternat sur chaque secteur de la communication, l'un ou l'autre poste trouve dans la nouvelle disposition la certitude de pouvoir, lorsqu'il est sur réception, faire interrompre à volonté, dès qu'il en est besoin, la transmission de son correspondant.

par le câble Antifer—Beachy-Head, qui donne satisfaction et fonctionne jusqu'au moment où intervient, entre l'Angleterre et la France, l'emploi du baudot triple ou double duplexé, qu'on étend ensuite à des communications intérieures françaises ;

En 1918, l'expérimentation de deux manipulateurs entièrement métalliques (excepté les menues parties isolantes) réalisés le premier par M. Chattelun, agent-mécanicien principal du Service spécial Baudot, le second par M. Grunenwald, agent-mécanicien aujourd'hui agent-mécanicien principal du même Service ; comparativement au type avec socle et touches en bois utilisé depuis 1905, ces deux manipulateurs présentent des avantages : robustesse de l'accrochage mécanique des cinq touches, stabilité des réglages, facilités de démontage et remontage surtout rapides dans le modèle Grunenwald ; essayés en ligne à Bordeaux, tous deux fournissent un très bon service ; le modèle Chattelun est ensuite adopté, parce qu'il est interchangeable avec le retransmetteur 1909 ; mais sa mise en fabrication est ajournée, le très fort approvisionnement (1) en manipulateurs du type 1905 étant à ce moment suffisant pour quelques années encore ; par contre, le modèle Grunenwald entre aux ateliers de M. Doignon, ingénieur constructeur, pour fourniture à l'étranger avec le traducteur Baudot pourvu du système électro-moteur également dû à M. Grunenwald (voir plus loin) ;

En 1920, l'étude puis la constitution du prototype des communications quadruples échelonnées à secteurs spécialisés et transmission sans contrôle ; les plateaux de distributeur des postes intermédiaires reçoivent un correctif qui garantit efficacement le passage des courants de transmission entre les deux postes têtes de ligne, le principal et l'extrême ; ces nouvelles communications, qui tendent à normaliser l'emploi du quadruple sur les lignes aériennes, offrent ensuite toute sécurité de fonctionnement et se généralisent ;

---

1. Approvisionnement qui s'est ensuite augmenté des réparations de manipulateurs usagés effectuées en nombre tel par les Ateliers des P. T. T. qu'en 1929, au moment des propositions Caminade (voir plus loin), la construction du modèle Chattelun n'avait pas encore été entreprise : le manipulateur 1905 assurait toujours le service.

En 1922, l'application du duplex aux baudots doubles des deux câbles Toulon—Ajaccio et Nice—Bastia. et la substitution du sextuple au quadruple du côté de Marseille ; celui-ci dispose depuis, outre ses deux secteurs avec Toulon et ses deux secteurs avec Nice, de quatre secteurs avec Ajaccio et de quatre secteurs avec Bastia ; d'autre part, un quadruple aérien Ajaccio—Bastia, pourvu de retransmetteurs à ses extrémités donne toute facilité soit à Ajaccio, en cas d'interruption de son câble, de rejoindre Marseille par Nice en empruntant deux des quatres secteurs Bastia—Marseille, soit à Bastia d'effectuer l'opération symétrique, par Ajaccio, lorsqu'il est sans communication avec Nice ;

En 1924, l'établissement d'un baudot quadruple triple duplexé sur le câble franco-italien Nice—Gênes, fonctionnant en quadruple ou en triple selon l'état électrique du câble et se prolongeant, par retransmission, en sextuple vers Marseille et en quadruple vers Paris avec interposition de retransmetteurs à Lyon ; l'installation de Nice, étudiée par M. Lesaffre, est constituée avec un appareillage (1) et sous des dimensions très restreintes ; malgré cela, elle se prête, suivant tous les besoins du trafic, à une répartition variable des secteurs de Gênes entre Nice, Paris ou Marseille ; l'installation de Gênes, montée aussi avec des retransmetteurs, peut prolonger une partie de ses secteurs vers Rome, Milan ou toute autre localité voulue, en cas d'interruption des fils empruntant la voie des Alpes;

---

1. En particulier, Nice n'utilise, du côté de Gênes, au lieu de deux distributeurs ordinaires à deux plateaux, qu'un seul distributeur, dont l'unique cage, du nouveau modèle « quadriface », porte les quatre plateaux afférents au duplex quadruple ou triple. Cette cage est constituée par l'assemblage des rouages de deux cages de type courant qui se superposent entre deux platines suffisamment allongées pour les contenir et supporter quatre plateaux, deux à l'avant et deux à l'arrière. Le moteur du distributeur communique le mouvement aux premiers rouages, qui le transmettent aux seconds. La cage quadriface est avantageuse pour les installations de retransmission ou de duplex ; outre qu'elle procure l'économie d'un moteur de distributeur sur deux et un gain d'emplacement correspondant, elle évite l'obligation d'un synchronisme local entre les deux distributeurs qu'elle dessert seule à présent. A cause de l'extension qu'elle prend, un dispositif imaginé par M. Buffetaud, agent-mécanicien du Poste Central de Paris, a été adopté en 1931 ; il permet d'effectuer en pleine marche l'embrayage ou le débrayage des bras porte-frotteurs, d'où résulte la faculté d'enlever le bras de l'un ou l'autre plateau, d'en vérifier ou changer les frotteurs, puis de le remettre en mouvement sans arrêter le distributeur, et par suite sans troubler les trois autres plateaux.

En 1924, l'adaptation de la transmission automatique au baudot avec un système français conçu par M. Chattelun ; la bande perforée servant à la transmission en ligne, large de 30 millimètres au début, est ensuite, par raison d'économie, réduite à 17 millimètres ; à noter que la transmission automatique avait été dès 1885 envisagée par Baudot, mais non réalisée ; elle n'est pas davantage appliquée en France après l'expérimentation du dispositif Carpentier en 1903, les circonstances ne s'y étant pas prêtées à l'époque ;

En 1925, l'utilisation, dans le service français, du système électro-moteur applicable au traducteur Baudot ; inventé par M. Grunenwald, il comprend un rotor et un stator bipolaires, qui s'adaptent à l'arrière du traducteur ; le rotor se fixe sur le prolongement de l'arbre du combinateur, auquel il communique son mouvement en agissant au surplus, par sa masse, comme autorégulateur ; le stator est alimenté sous courant industriel continu, dont les polarités sont inversées deux fois par révolution des frotteurs du distributeur au moyen d'un petit commutateur rotatif entraîné par ces frotteurs ; le mouvement du traducteur s'uniformise ainsi avec celui du distributeur, et se maintient sous n'importe quelle vitesse ; l'obligation d'un réglage du synchronisme du traducteur à chaque changement de vitesse du distributeur est par suite abolie ; d'autre part, le système réalise l'économie de l'encombrant moteur à poids avec remontage automatique ;

En 1929-1930, un manipulateur, un retransmetteur, un électro-aimant aiguilleur de traducteur, une fiche et un jack multiples, ainsi que les deux procédés d'exploitation : communications quadruples bifurquées se dispensant de retransmetteurs, batterie centrale appliquée au baudot, tous six [1] dûs à M. Caminade, directeur, ancien collaborateur et successeur de M. Lesaffre.

a) Le nouveau manipulateur est, sauf les isolants nécessaires, entièrement métallique, comme les deux modèles Chattelun et Grunenwald mentionnés plus haut ; sa robustesse s'allie à une construction recherchant le moindre prix de revient ; il comprend, outre

1. Leur auteur en donne, dans les *Annales des P.T.T.* (septembre 1930), une description aussi claire que détaillée.

l'électro-aimant de cadence et de rappel, trois groupes de cinq pièces: celui d'avant est constitué par les cinq touches habituelles disposées sur un support amovible aisément démontable ; celui d'arrière se compose de cinq leviers de transmission, chacun prolongé d'un côté par un ressort-lame contacteur ; enfin le groupe intermédiaire est formé de cinq cliquets qui, dans la position d'attente, d'une part accrochent les touches, d'autre part maintiennent les leviers de transmission pour en obliger les ressorts-lames à prendre contact au butoir de la pile de repos ; quand on manipule, chaque touche abaissée dégage aussitôt son cliquet d'accrochage qui, obéissant à la pression permanente d'un ressort, pivote et abandonne le levier de transmission correspondant ; celui-ci, soumis de son côté à une traction constante, bascule à son tour et finalement fait passer son ressort-lame au contact du butoir de la pile de travail ; la transmission s'effectue ensuite, puis l'électro-aimant de cadence et de rappel indique le moment de préparer le signal suivant, et en même temps rétablit dans la position d'attente les pièces déplacées ; un capot amovible, en tôle émaillée, servant de pupitre à son avant, recouvre et protège le tout ;

b) Le retransmetteur est constitué avec la presque totalité du nouveau manipulateur, à la seule exception du groupe des cinq touches, auquel se substitue un groupe, également amovible, de cinq relais de type téléphonique ; lorsqu'ils sont actionnés, ces derniers agissent, à l'aide d'un bras émergeant de leur armature, sur les cliquets d'accrochage au dessous desquels ils sont disposés et les forcent à libérer les leviers de transmission, dont les ressorts-lames contacteurs sont alors amenés du butoir de repos au butoir de travail; à chaque révolution du distributeur, l'électro-aimant de cadence et de rappel rétablit ou confirme la position d'attente de l'ensemble des pièces dès que le retransmetteur a réexpédié sur la seconde ligne le signal reçu de la première, et avant que celle-ci ne l'actionne pour le signal suivant ; des dispositions sont prises pour garantir contre les inconvénients du magnétisme rémanent les cinq relais, qui ont montré, aux essais en ligne, leur grande sensibilité ainsi que leurs facilités de réglage ;

c) L'électro-aimant aiguilleur de traducteur est de même

nature, sous des dimensions plus réduites, que les relais du retransmetteur ; son armature, deux fois moins longue que la bobine, ne fait plus corps avec l'appendice, mais la commande avec un petit bras qu'elle porte à son extrémité ; son raccourcissement de moitié lui fait amplifier le mouvement de cet appendice, dont l'emprise avec le levier-aiguilleur du combinateur augmente en proportion, au bénéfice de la stabilité et de l'aisance du réglage ;

d) La fiche et le jack à ruptures à dix communications donnent pleine sécurité à leurs liaisons électriques ; ils diffèrent des mâchoires de jonctions à sept ou dix prises de l'appareillage automatique Chattelun en ce qu'ils s'apparentent au matériel téléphonique et prévoient une plus large extension de l'interchangeabilité : avec eux, celle-ci s'appliquerait à presque tout l'organisme Baudot et permettrait, à l'aide des lames de renvoi incorporées dans les jacks et après arrangement adéquat des plots de raccordements des distributeurs, une facultative répartition des secteurs de transmission ou de réception d'une installation à l'autre ;

e) L'abandon des retransmetteurs dans les communications quadruples bifurquées (desservant quatre postes, dont trois reliés à un quatrième) intéresse celles de ces communications de faible ou moyenne longueur ; avec le nouveau procédé, les transmissions échangées entre le poste tête-de-ligne principal et les deux postes extrêmes s'effectuent par la seule entremise des « fenêtres » qui leur sont ménagées et assurent leur passage direct aux plateaux de distributeur du poste intermédiaire : c'est l'extension du moyen employé pour les communications échelonnées ordinaires à trois postes, avec lequel l'utilisation de retransmetteurs est évitée ;

f) L'application de la batterie centrale est réservée aux communications Baudot établies entre un poste central et un poste secondaire rapproché ; ce dernier y gagne de n'utiliser que les piles nécessaires aux actions locales ; pour alimenter la ligne, une seule batterie de piles suffit : de polarité positive, elle est montée au poste central ; elle s'y rattache directement à l'entrée du relais, lequel relie sa sortie au butoir de repos des manipulateurs dont le butoir de travail est mis à la terre à travers une faible résistance ; ce relais, comme celui

du poste secondaire, est réglé pour que son armature revienne d'elle-même vers le butoir de travail dès qu'il cesse de recevoir le courant de ligne ; au poste secondaire, les manipulateurs ont leur butoir de travail isolé, leur butoir de repos étant relié à l'entrée du relais dont la sortie est à la terre ; dans ces conditions, le circuit de l'unique batterie de ligne ne peut se fermer sur celle-ci qu'aux seuls moments où les manipulateurs des deux postes sont complètement au repos ; par suite, lorsqu'on transmet à l'un ou à l'autre poste, les abaissements de touches provoquent, dans ce circuit, des interruptions que les armatures des deux relais accusent en retombant vers le butoir de travail, où leur index contacteur trouve une pile locale pour actionner ceux des électro-aimants aiguilleurs de traducteur visés par les touches abaissées ;

Les nouveaux manipulateur et retransmetteur, l'électro-aimant aiguilleur de traducteur, la fiche et le jack multiples, les deux procédés d'exploitation, dont on vient de lire une très sommaire description, ont été, comme il est de règle pour toute innovation, soumis pratiquement à une épreuve de durée ; une décision les concernant, et tirée des constatations faites, interviendra sans doute avant peu ;

En 1931, la mise en service d'un baudot monosecteur étudié par M. Balon, inspecteur, élève de MM. Lesaffre et Caminade et successeur de ce dernier ; cet appareil monosecteur fait revivre, sous une forme et des dispositions nouvelles, l'ancien baudot simple ; il est équipé avec moteur-régulateur Doignon-Mendonça-d'Oliveira et traducteur Baudot pourvu de l'électro-moteur Grunenwald ; jusqu'ici, son fonctionnement ne laisse rien à désirer ; il paraît susceptible de remplacer le hughes sur les communications de moyenne importance.

***

Les améliorations ci-dessus énumérées sont le fait de Baudot lui-même ou de ses successeurs et leurs collaborateurs ; il est juste d'y ajouter celles, indiquées ci-après, qui émanent d'autres émules de l'appareil multiple français.

Système Pierre Picard.— Dès 1898, Pierre Picard, inspecteur des Postes et Télégraphes, propose un système d'exploitation des câbles sous-marins non plus fondé sur le retour du conducteur à l'état neutre après chaque émission, mais sur le nouveau principe de transmission suivant : émissions toutes d'égale et de très courte durée ; deux émissions successives toujours de polarités contraires ; isolement du câble après chaque émission. Par suite, les émissions trouvent toujours le câble dans un état symétriquement semblable, chacune d'elles y rencontrant une charge de polarité inverse de la sienne et dont la valeur, bien déterminée, ne varie pas d'une émission à l'autre.

En 1899, Pierre Picard applique pour la première fois son système au baudot, qu'il agence en conséquence et dont, après une ingénieuse mise au point, il obtient une bonne exploitation sur deux des trois câbles Marseille—Alger, le premier assurant exclusivement la transmission de Marseille, le second celle d'Alger.

En 1901, les trois câbles sont desservis au baudot Picard double [1], de plus, la reversibilité de la transmission y est assurée, Marseille et Alger pouvant à tour de rôle, suivant les besoins, s'attribuer les deux transmissions de chaque câble. A cet effet, l'un ou l'autre poste est « correcteur » ou « corrigé » selon qu'il transmet ou qu'il reçoit ; mais celui dont la vitesse est normalement supérieure se voit corriger (par décalage du bras porte-frotteurs du distributeur) dans le sens contraire au mouvement, comme au baudot, tandis que l'autre poste, qui tourne légèrement moins vite, est corrigé dans le sens de l'avance, son rouage satellite de correction ayant

---

1. La matériel Baudot est utilisé, sauf modifications indispensables : d'abord au manipulateur, car il importe que, même lorsque ce dernier a ses cinq touches relevées (ce qui, au code Baudot, correspond à l'envoi de cinq émissions de la pile de repos) ou toutes cinq abaissées (cinq émissions de la pile de travail), l'alternance des polarités soit néanmoins observée sur le câble. Dans sa forme définitive, le manipulateur Baudot-Picard a ses deux butoirs des touches divisés électriquement en deux parties, de façon qu'au repos les touches 1 et 5 soient en contact avec la pile négative de ligne, les touches 2, 3, 4 avec la pile positive, et que l'inverse ait lieu pour leur position de travail. Une modification corrélative assure, parmi celles qui sont apportées à l'ensemble du distributeur, un redressement des signaux, qui s'opère automatiquement à la réception et permet ainsi de conserver à la transmission le code Baudot habituel ; par suite, la manipulation ne subit aucun changement.

été intentionnellement arrangé ; grâce à cette disposition, Marseille et Alger passent de la position de transmission à celle de réception sans préalables réglages de synchronisme, soit sans aucune perte de temps.

En 1903, Pierre Picard met Paris en communication directe avec Alger par un baudot quadruple relié en retransmission à Marseille avec deux des trois doubles Baudot-Picard. Le troisième double dessert Marseille—Alger en se ramifiant avec les deux premiers pour assurer, au besoin, trois transmissions à Paris vers Alger, ou trois à Alger vers Paris.

En 1908, il effectue la substitution du triple au double après avoir créé en 1905 le dispositif de correction (1) qui évite l'emploi,

---

1. Le distributeur y affecte deux couronnes, conjuguées par leurs frotteurs ; la première, pleine, est en liaison, *à travers un condensateur*, avec l'armature d'un relais intermédiaire actionné par le relais Picard récepteur du câble ; la seconde, dénommée *couronne de correction*, présente trente contacts égaux (deux fois plus que les autres couronnes divisées) ; ses quinze contacts pairs sont réunis et mis à la terre à travers une résistance ; ceux de rang impair sont tous quinze rattachés au premier circuit d'un relais différentiel dit *commutateur*, dont l'armature est, de son côté, reliée au premier circuit du relais correcteur, également différentiel. Le relais commutateur n'utilise qu'une pile ; elle lui permet d'actionner mais non ensuite de rappeler au repos le relais correcteur qui, une fois mis au travail au cours d'une révolution du distributeur, y demeure par conséquent jusqu'au début de la révolution suivante. Chaque déplacement imposé par le relais du câble à l'armature du relais intermédiaire (dont les deux butoirs disposent l'un d'une pile positive, l'autre d'une négative) provoque un courant instantané du condensateur qui, par la couronne pleine et les deux frotteurs conjugués, parvient à la couronne de correction, où il prend terre par un contact pair si ces frotteurs se trouvent, à ce moment, en exacte concordance de position avec ceux du distributeur du poste qui transmet à l'autre extrémité du câble ; au contraire, s'il y a écart de synchronisme, le frotteur de la couronne de correction empiète sur un contact impair, et le courant instantané n'a plus issue à la terre mais à travers le relais commutateur ; celui-ci est alors mis au travail ou laissé au repos selon la polarité de l'impulsion par lui reçue ; dans la première hypothèse, il agit aussitôt sur le relais correcteur ; dans la seconde, il attend, pour pouvoir le faire, une impulsion suivante et de polarité inverse ; dès que le relais correcteur est actionné, son armature (reliée à l'électro-aimant correcteur) se trouve attirée, puis est laissée sur le butoir de travail. Tout en fin de révolution du distributeur, ce butoir est très brièvement mis en relation avec une pile, l'électro-aimant correcteur fonctionne et décale comme il convient le bras porte-frotteurs ; immédiatement après, un courant local, envoyé dans le second circuit des relais commutateur et correcteur, rétablit ceux-ci au repos. Ce procédé de correction est unipolaire : il obéit seulement à l'un des deux sens des inversions de courants du câble ; bien qu'il ait, au début, donné complète satisfaction, Pierre Picard lui a substitué le dispositif bipolaire, qui peut fonctionner avec les deux sens des inversions, c'est-à-dire avec chacune d'elles.

La correction Picard est d'une conception remarquable ; on en retrouve d'ailleurs le principe dans des appareils télégraphiques étrangers venus ensuite.

au distributeur, des deux contacts correcteurs auparavant indispensables. Le type de plateau à quinze contacts au lieu de dix-sept suffit donc. C'est lui qui a été choisi. Deux ans après, tous les câbles Marseille—Alger sont exploités au Baudot-Picard triple.

En 1910, l'excès de travail terrasse Pierre Picard, qui meurt prématurément, comme Baudot. Son élève, M. Carrat, inspecteur, recueille sa succession et poursuit le perfectionnement du système.

En 1912, il fait aboutir, sur le câble Oran—Tanger, une expérience qui démontre la possibilité d'y employer un baudot Picard, pourvu d'un distributeur triple, pour obtenir, par tour de distributeur, deux transmissions croisées, l'une d'Oran vers Tanger, l'autre de Tanger vers Oran.

Peu après, il met en évidence une autre possibilité, celle de l'utilisation du baudot Picard double sur le câble Marseille—Oran (1100 kilomètres), plus long que ceux de Marseille à Alger.

En 1913, il essaye au baudot Picard double, sur le câble Marseille—Alger de 1880, un dispositif de duplexage qu'il a préalablement bien étudié ; l'expérience est concluante. Le duplex est adopté; il s'étend ensuite aux communications doubles des autres câbles.

En 1917, M. Carrat l'applique au baudot Picard triple ; il commence par le câble Marseille—Alger de 1913 et réalise une combinaison quî, avec retransmission sur des baudots quadruples aériens Marseille—Paris, Alger—Oran, Alger—Constantine, Constantine—Tunis, permet de répartir les six secteurs de transmission du câble entre Paris et les autres postes selon les nécessités horaires du trafic.

Puis, après les câbles franco-algériens, sont à leur tour exploités au baudot Picard, et duplexés, les deux câbles Marseille—Bizerte qui relient Paris et Tunis par retransmission à Marseille et à Bizerte.

Il en est de même pour le câble Brest—Casablanca, bien plus long, sur lequel M. Carrat établit néanmoins le baudot Picard, qu'il réussit finalement à duplexer. Paris obtient ainsi Casablanca, par retransmission à Brest ; il est désormais en relations directes au baudot Picard avec l'Algérie, la Tunisie et le Maroc.

Système Dubreuil. — Imaginé en 1902 par M. Dubreuil, inspecteur des Postes et Télégraphes, aujourd'hui directeur régional, ce système tend au meilleur rendement du personnel. Son manipulateur permet de préparer à la fois deux signaux ; il comprend huit touches munies d'un accrochage mécanique, dont un groupe de cinq afférent aux trente-et-une combinaisons de travail du code Baudot ; les trois autres touches, reproduction des trois premières du groupe de cinq, servent à la formation supplémentaire des six voyelles et d'un blanc séparatif. On peut dès lors transmettre, par révolution du distributeur, soit une consonne ou un blanc suivi d'une voyelle, soit deux voyelles, soit une voyelle ou une consonne suivie d'un blanc (1). Le traducteur est de type Baudot modifié : il renferme deux combinateurs à deux voies, fixés séparément sur l'axe de la roue des types et orientés pour n'agir que l'un après l'autre ; le premier correspond au groupe des cinq électro-aimants aiguilleurs du code Baudot ; le second, à trois autres électro-aimants aiguilleurs, afférents aux voyelles supplémentaires. Sur la roue des types, les caractères se rapportant respectivement aux deux combinateurs sont répartis en deux groupes, entre lesquels les espaces vides de gravure coïncident avec le rappel du dispositif imprimeur après chacun des deux déclenchements. Pour le reste de l'appareillage, le baudot sert tel quel.

En 1904, un appareil Baudot-Dubreuil double est mis à l'essai entre Paris et Lyon ; l'expérience se poursuit quelque temps, puis est suspendue. Reprise entre Paris et Nantes peu avant la guerre, elle est, à cause de celle-ci, interrompue ; on ne l'a pas renouvelée ensuite.

Le rendement théorique d'un secteur Baudot-Dubreuil est très élevé : environ les 5/3 du secteur Baudot ; à la pratique, il s'est avéré quelque peu au dessus des possibilités individuelles de nombre de télégraphistes. Il advenait qu'en cours de service une entr'aide fût nécessaire à ceux-ci ; dans ce cas, la moyenne de la somme de

---

1. Ou, par inversion de la roue des types, les caractères de la série des chiffres, ponctuation et signes algébriques qui correspondent à ces consonnes ou voyelles.

travail fournie par eux accusait, au regard du fort rendement escompté, un fléchissement qui ne se compensait pas du côté de la ligne, puisque cette dernière devait utiliser, pour desservir les deux secteurs d'un Baudot-Dubreuil double, qui exigent chacun huit contacts de distributeur, un plateau triple susceptible d'assurer le rendement de trois secteurs Baudot.

Régulateur D.M.O. (Doignon-Mendonça-d'Oliveira). — Ce régulateur est, depuis 1926, utilisé au baudot dans le service français. D'abord réalisé par deux fonctionnaires portugais MM. Mendonça et d'Oliveira, puis accordé par eux en licence exclusive à l'ingénieur constructeur français Doignon, qui l'a, de son côté, perfectionné, il est basé sur un principe inverse de celui qui était généralement admis avant lui pour les organes du genre : au lieu de faire produire au régulateur un travail résistant variable et compensant à tout instant les fluctuations du travail résistant de l'organisme moteur, on transmet, par le régulateur lui-même, le travail nécessaire au fonctionnement à vitesse constante. Le régulateur D.M.O. fait corps avec un moteur électrique alimenté sous courant industriel continu ou alternatif ; il se prête en pleine marche, et dans certaines limites, à toutes les modifications de vitesse désirables, par exemple celles qui sont comprises entre 180 et 210 révolutions par minute des frotteurs du distributeur, latitude très appréciable, surtout pour la transmission automatique. dont on peut, par suite, et sans arrêter l'appareil, à volonté accélérer ou ralentir le rythme.

Système Verdan (1). — Afin d'éliminer les parasites en T.S.F., M. Verdan, sous-ingénieur des Postes et Télégraphes, a imaginé,

---

1. L'exposé qui suit et celui qui concerne l'exploitation du baudot sur les nouveaux câbles souterrains sous papier sont extraits des *Annales des P.T.T.* de juillet 1930 : *Les derniers perfectionnements en télégraphie*, par E. Montoriol, inspecteur et professeur à l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes, qui depuis longtemps a su, avec une rare maîtrise, tant en écrits (livres, rapports de comités, articles de revues ou d'annales) que par la parole (cours, conférences), mettre bien en évidence les mérites du système Baudot et en établir ensuite une irréfutable et avantageuse comparaison avec les appareils rapides similaires, de création postérieure.

pour application au baudot, un système exclusivement basé sur des moyens mécaniques : Au départ, chaque signal, en même temps qu'il est envoyé par le distributeur dans l'antenne de T.S.F., est emmagasiné par un groupe d'électro-aimants pour être répété automatiquement après sept révolutions des frotteurs ; un nouvel emmagasinement a lieu en même temps que cette répétition, et enfin le signal est confirmé sept révolutions plus tard. Avec cette disposition, qu'un arrangement symétrique reproduit à l'arrivée avant enregistrement au traducteur, il faut qu'un même parasite se manifeste trois fois de suite, et dans des conditions de temps identiques par rapport au signal, pour que celui-ci soit réellement altéré. A l'expérience, ce jeu de probabilités montre son efficacité : les parasites accusés au premier tour et confirmés au huitième sont effacés au quinzième ; inversement, ceux qui sont enregistrés aux répétitions demeurent sans effet s'ils ne se sont pas décelés à la première émission.

Le baudot avec système Verdan, essayé entre Nice et Ajaccio en 1925, fournit de très bons résultats. Des communications unilatérales sont ensuite réalisées entre Paris, d'une part, et Rabat, Oran, Alger, Constantine et Tunis.

Exploitation du baudot sur les nouveaux câbles souterrains sous papier (1). — a) *Télégraphie multiplex harmonique* (*circuits pupinisés*). — 1. Circuits à deux fils. — La première combinaison réalisée en France l'est entre Paris et le Havre. Elle donne huit fréquences

---

1. En prévision de l'emploi du baudot sur ceux des circuits non pupinisés du nouveau câble Paris—Strasbourg, le Service d'études et de recherches techniques a d'abord réalisé, sous la direction de M. Montoriol, inspecteur, une translation duplex présentant toutes les garanties comme sécurité de fonctionnement et facilités de contrôle. Le montage en était projeté pour Châlons-sur-Marne sur une communication Paris—Nancy, ainsi que pour Châlons- et Nancy sur une communication Paris—Strasbourg.

Au même Service d'études, M. Collet, ingénieur, et M. Montoriol ont imaginé, pour économiser l'emploi de cette translation, un *dispositif de compensation* permettant l'usage du baudot en direct sur les deux communications susvisées. Ce dispositif, expérimenté entre Paris et Nancy, a bien fonctionné pendant plusieurs mois, jusqu'au jour où, l'administration ayant décidé de pupiniser, pour les affecter au téléphone, les circuits primitivement destinés au télégraphe, son utilisation y devenait sans objet. Les résultats obtenus ne valent pas moins d'être signalés, et enregistrés pour un éventuel avenir.

pouvant desservir autant de quadruples Baudot, soit trente-deux secteurs ; en outre, il est possible, à l'aide d'un séparateur à l'entrée du circuit extérieur, d'obtenir une communication en courant continu. Etudiée par M. Pagès, ingénieur de la Société d'études pour liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance, elle est notamment constituée avec oscillateur, dispositif d'équilibre, amplificateur général, amplificateur sélecteur, amplificateur détecteur, et comporte deux répéteurs intercalés à Saint-Clair-sur-Epte et à Duclair. Son fonctionnement est parfait.

2. Circuits à quatre fils. — La ligne Paris—Zurich, sur laquelle le baudot est depuis peu en exploitation, recourt, en raison de sa longueur, aux circuits à quatre fils avec transmission dans un sens pour deux d'entre eux et en sens opposé pour les deux autres. Quatorze fréquences sont employées : six pour la transmission de Paris vers Zurich, six pour celle de Zurich vers Paris ; les deux dernières, les plus élevées, servent au morse et au parleur. L'agencement est sensiblement le même que celui de Paris—le Havre. Chacune des douze fréquences utilisées pour la transmission pouvant desservir un baudot quadruple, on dispose de quarante-huit secteurs entre Paris et Zurich, susceptibles de se prolonger en retransmission. D'ailleurs Paris en affecte plusieurs aux relations de l'Angleterre avec la Suisse, tandis que celle-ci met la France en communication avec l'Autriche. Des installations semblables équipent le câble Paris—Lyon—Marseille.

Le câble Paris—Bordeaux a été équipé au moyen d'installations Siemens à douze fréquences, permettant, sur un circuit à quatre fils, le fonctionnement de douze baudots triples pour les communications de Paris à Bordeaux et de douze baudots triples pour les communications de Bordeaux à Paris. Des installations analogues ont été mises au point par la Société d'études pour liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance ; elles équiperont des câbles mis prochainement en service.

b) *Télégraphie et téléphonie simultanées.* — Dans ce domaine, l'appareil Baudot ne tardera sans doute pas à trouver aussi une possibilité d'expansion, soit en télégraphie ultra-acoustique sur circuits aériens, comme l'indique l'installation réalisée entre Paris et Lyon

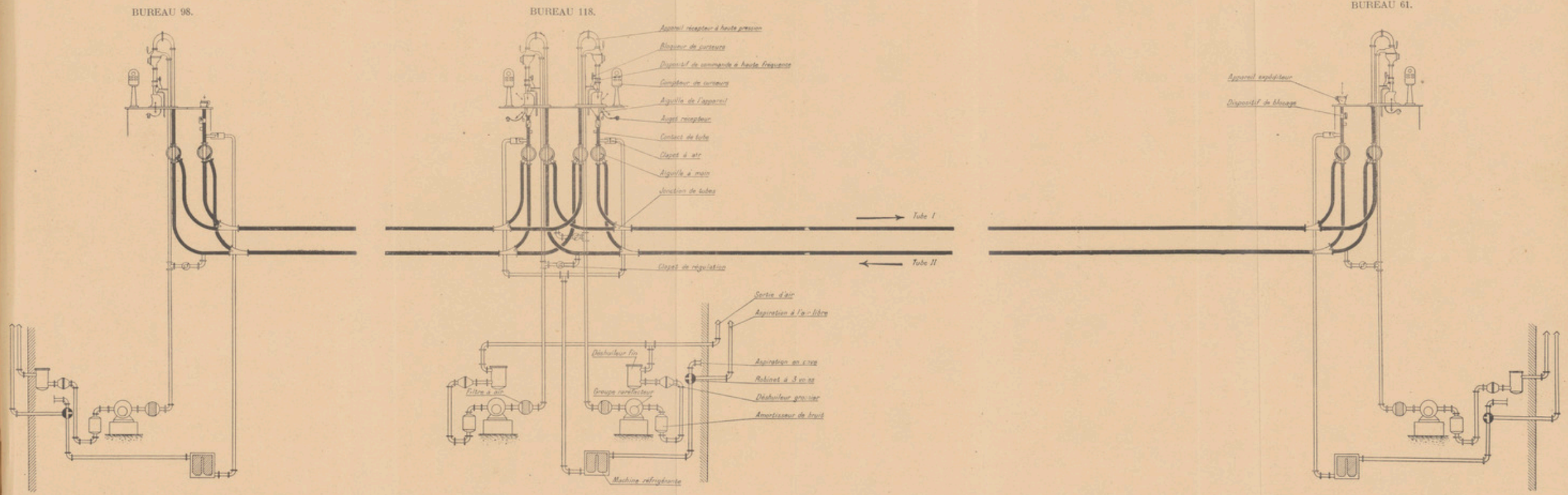


Fig. 2. — Schéma de la ligne.

par la S.E.L.T. et qui dispose de six fréquences (trois dans chaque sens), soit en télégraphie infra-acoustique par circuits souterrains. Les voies aménagées sur le câble de Paris à Bordeaux, pour la télégraphie infra-acoustique, permettent le fonctionnement normal d'un baudot triple à des distances d'environ 150 ou 300 kilomètres, suivant le diamètre des conducteurs employés.

Commutateur multiple Brodu. — Adopté en 1929, après réalisation par M. Brodu, agent-mécanicien principal du service des Ateliers des P.T.T., ce commutateur semble destiné à remplacer celui qui avait été créé par Baudot il y a cinquante ans et modifié vers 1906, par M. Sintz, agent-mécanicien, promu par la suite agent-mécanicien principal. Le commutateur Brodu comprend des groupes de lames-ressorts verticales, qu'une longue came en ébonite, chaussée sur un arbre commandé par une manette, permet de rapprocher jusqu'au contact. Cette came peut, par le simple jeu de ladite manette, prendre l'une ou l'autre de quatre positions pour établir selon les besoins, entre les connexions de base du commutateur et l'une quelconque de quatre autres séries de communications rattachées aux lames-ressorts, les liaisons respectives désirées. Il existe deux modèles de ce nouvel organe : l'un à sept groupes de lames-ressorts et l'autre à dix groupes.

Dispositif des ateliers L. Doignon. — Proposé en 1930, ce dispositif intéresse l'armature de l'électro-aimant aiguilleur de traducteur du type 1909. Il en réduit de moitié la longueur (comme dans le modèle Caminade 1929) ce qui double la course de l'extrêmité de son appendice et en améliore pour autant l'emprise avec le levier aiguilleur du combinateur. Un prisme de fer doux, pareil à celui qui constitue la nouvelle armature, est disposé (en ménageant l'entrefer nécessaire) dans le prolongement horizontal et à mi-épaisseur de celle-ci ; il en est le pôle attractif et pour cela se fixe sur un épaulement de la joue postérieure du noyau de la bobine, noyau qu'il termine de ce côté en forme d'U. Dans sa réalisation, le dispositif dont il s'agit simplifie les réglages et pare aux inconvénients du magnétisme rémanent. Les résultats de son expérimentation en ligne semblent devoir aboutir à son adoption définitive.

***

Les diverses transformations et innovations énumérées ci-dessus n'ont pas peu contribué, dans leur ensemble et par leur succession ininterrompue, à la longévité de l'appareil Baudot, qui figure toujours, malgré ses cinquante-cinq années d'existence, au premier rang de la télégraphie. Elles se sont, au surplus, accompagnées de modifications pour la commodité des montages, la stabilité des réglages, la sécurité des contacts électriques, la garantie des câbles et fils de connexions contre les courts-circuits accidentels, etc., etc., qui, bien que non mentionnées ici, n'en ont pas moins été, elles aussi, très profitables.

Essai de

LIGNE PNEUMATIQUE A SERVICE RAPIDE

par aiguillage radiolectrique dans le réseau de Paris,

par Jean JACOB,
directeur des Services télégraphiques de Paris

Le réseau pneumatique de Paris, malgré ses 400 kilomètres de tubes, ne peut plus satisfaire, avec le mode d'exploitation actuel, vieux d'un demi-siècle, aux exigences du trafic résultant de l'activité moderne. Il est devenu indispensable d'en prévoir la transformation d'après les derniers progrès de la technique, comme l'ont déjà été les réseaux de plusieurs capitales européennes.

Etant donné l'extension du réseau parisien et l'importance des dépenses à engager, il convenait de choisir, sans tâtonnements onéreux, un dispositif offrant le maximum d'avantages et déjà mis au point. Après étude approfondie des divers systèmes déjà mis en essai et en cours de fonctionnement à l'étranger, la construction d'une ligne a été confiée à la Société Mix et Genest de Berlin, dont licence des brevets est détenue pour la France et ses colonies par la Société Saunier Duval Frisquet à Paris. L'installation a été mise en service le 20 janvier 1932.

De nombreux avantages découlent du système adopté :

fonctionnement au vide,
éjection automatique des curseurs,
aiguillage automatique radioélectrique,
signalisation lumineuse,
extension illimitée par échelonnement sur la ligne des groupes raréfacteurs,
économie d'énergie par l'emploi d'unités à faible puissance et à démarrage automatique ;

grande vitesse de transmission (vitesse moyenne : 15 mètres à la seconde).

Dans une conférence faite à l'amphithéâtre de l'École profes-

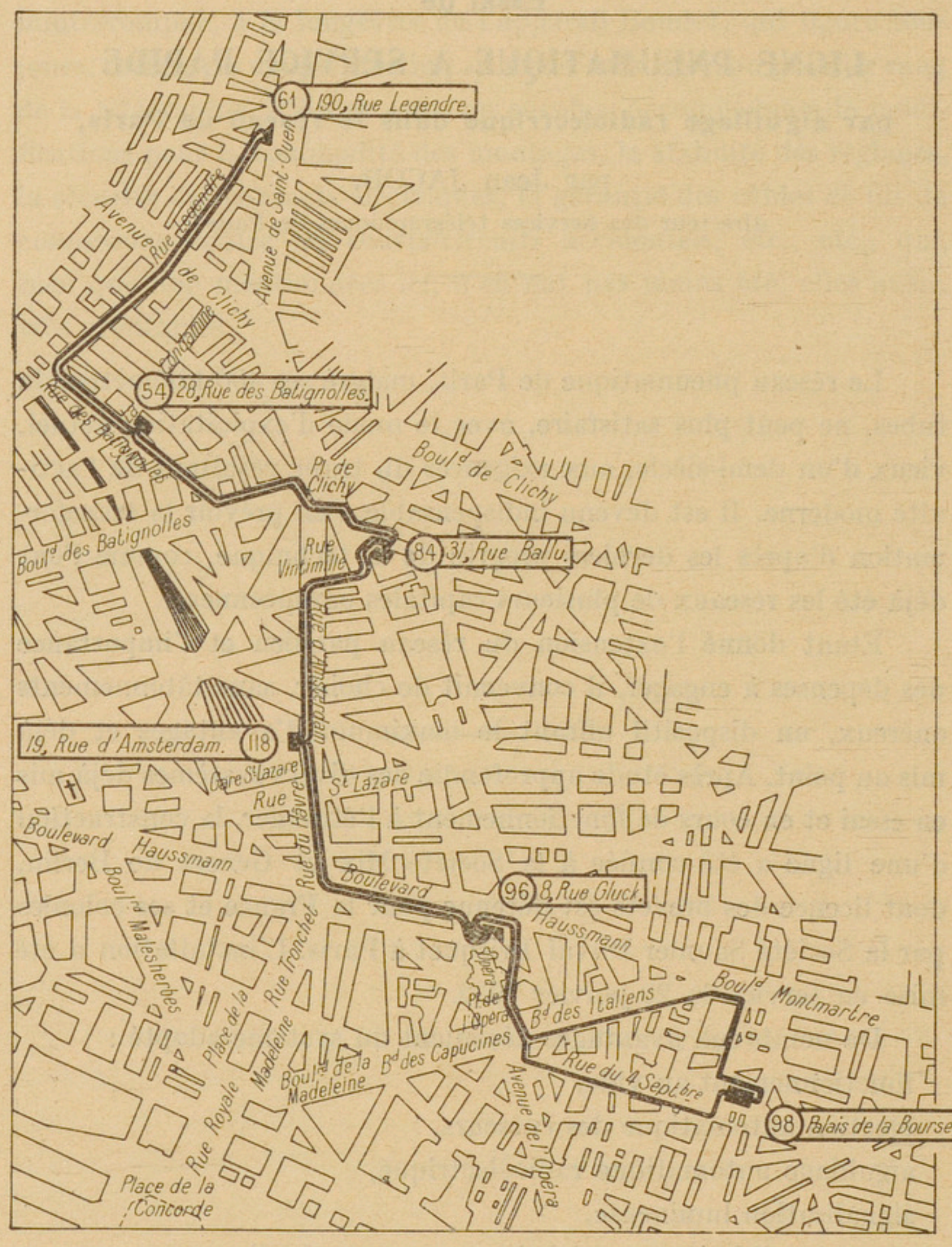


Fig. 1. — Plan de la ligne.

sionnelle supérieure des Postes et Télégraphes et reproduite dans le numéro de juin 1930 des *Annales*, M. Bayard, ingénieur en chef

des Postes et Télégraphes, a exposé en détail les conceptions modernes et les réalisations récentes dans le domaine de l'équipement des réseaux pneumatiques urbains. Il a indiqué les avantages généraux de la modernisation et précisé ce qui caractérise spécialement chaque système de construction. L'exposé qui suit est strictement limité à l'essai actuellement réalisé à Paris.

La figure 1 représente le parcours, voisin de 6 kilomètres, de deux tubes de 65 millimètres reliant les bureaux 98 (Bourse), 96 (rue Gluck), 118 (rue d'Amsterdam), 84 (rue Ballu), 54 (rue des Batignolles) et 61 (rue Legendre). Les distances entre bureaux et les durées théoriques du parcours sont les suivantes :

NUMÉRO du bureau.	LONGUEUR des lignes (en mètres).	DURÉE théorique du parcours.
98		
96	1.429	$1^{m}35^{s}1/5$
118	1.120	$1^{m}14^{s}3/5$
84	923	$1^{m}1^{s}2/5$
54	1.243	$1^{m}22^{s}4/5$
61	1.181	$1^{m}18^{s}4/5$

L'installation de chaque bureau est en voie d'être complétée par une boulisterie entre la station principale et les guichets télégraphiques. Le fonctionnement de cette boulisterie est identique à celui de la ligne urbaine, mais il en est indépendant ; de plus, la vitesse y est ramenée à 6 mètres à la seconde. Les mêmes curseurs circulent dans les deux installations, ce qui pourrait permettre ultérieurement, après les transformations appropriées, l'expédition sur la ligne principale à partir des guichets.

La figure 2 montre l'agencement des tubes et des appareils.

Deux raréfacteurs, un pour chacune des directions, sont installés aux bureaux intermédiaires. Par contre, les bureaux extrêmes n'ont qu'un seul raréfacteur : celui du tube d'arrivée.

Dans les bureaux intermédiaires, on trouve sur chaque tube une tête d'expédition et une tête de réception qui, d'ailleurs, sont

combinées l'une au dessus de l'autre, de telle sorte qu'une cartouche non destinée au bureau passe automatiquement d'une section dans

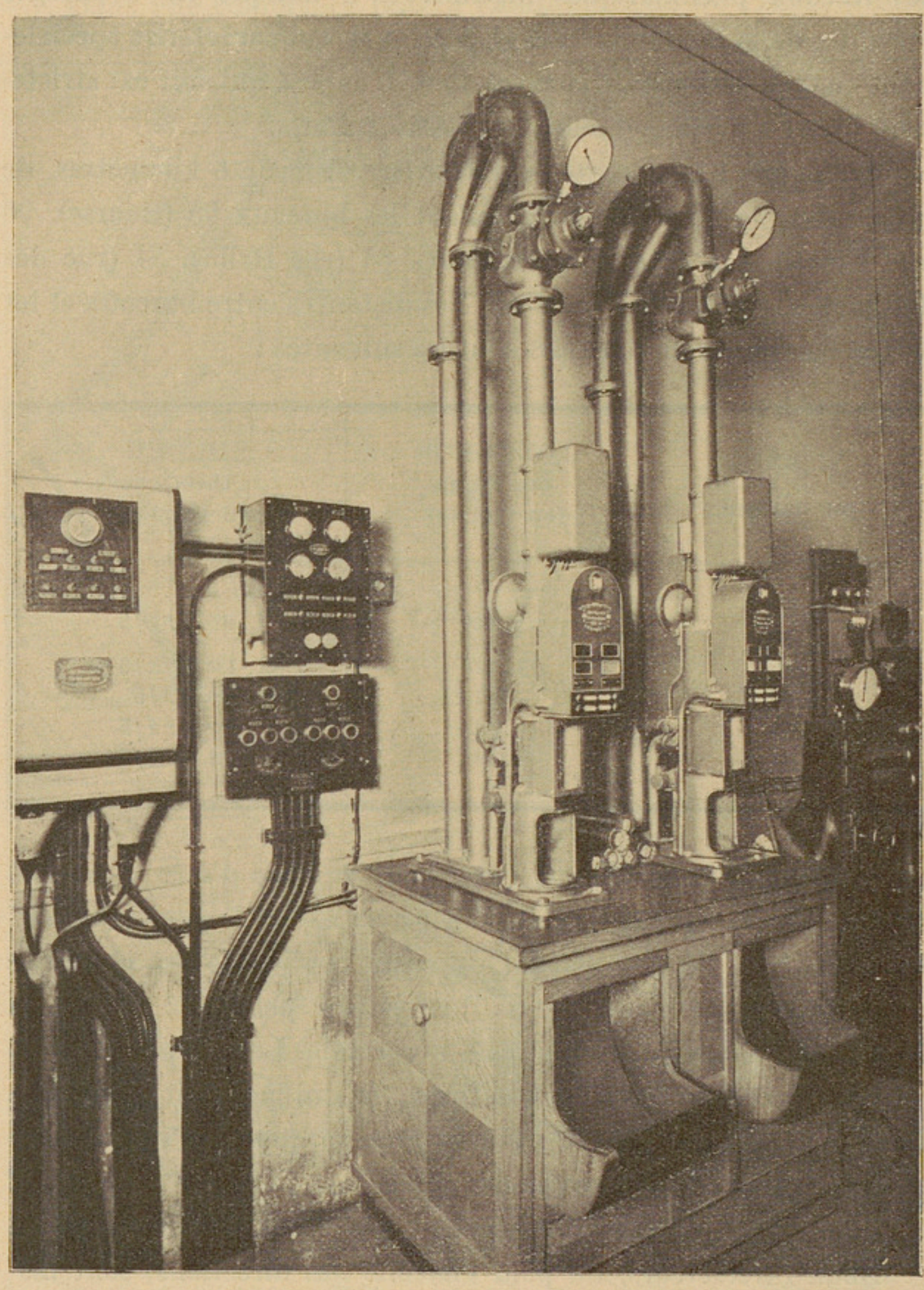


Fig. 3. — Station intermédiaire du bureau 118.

l'autre sans solution de continuité. La figure 3 représente les têtes de tubes de la station du bureau 118.

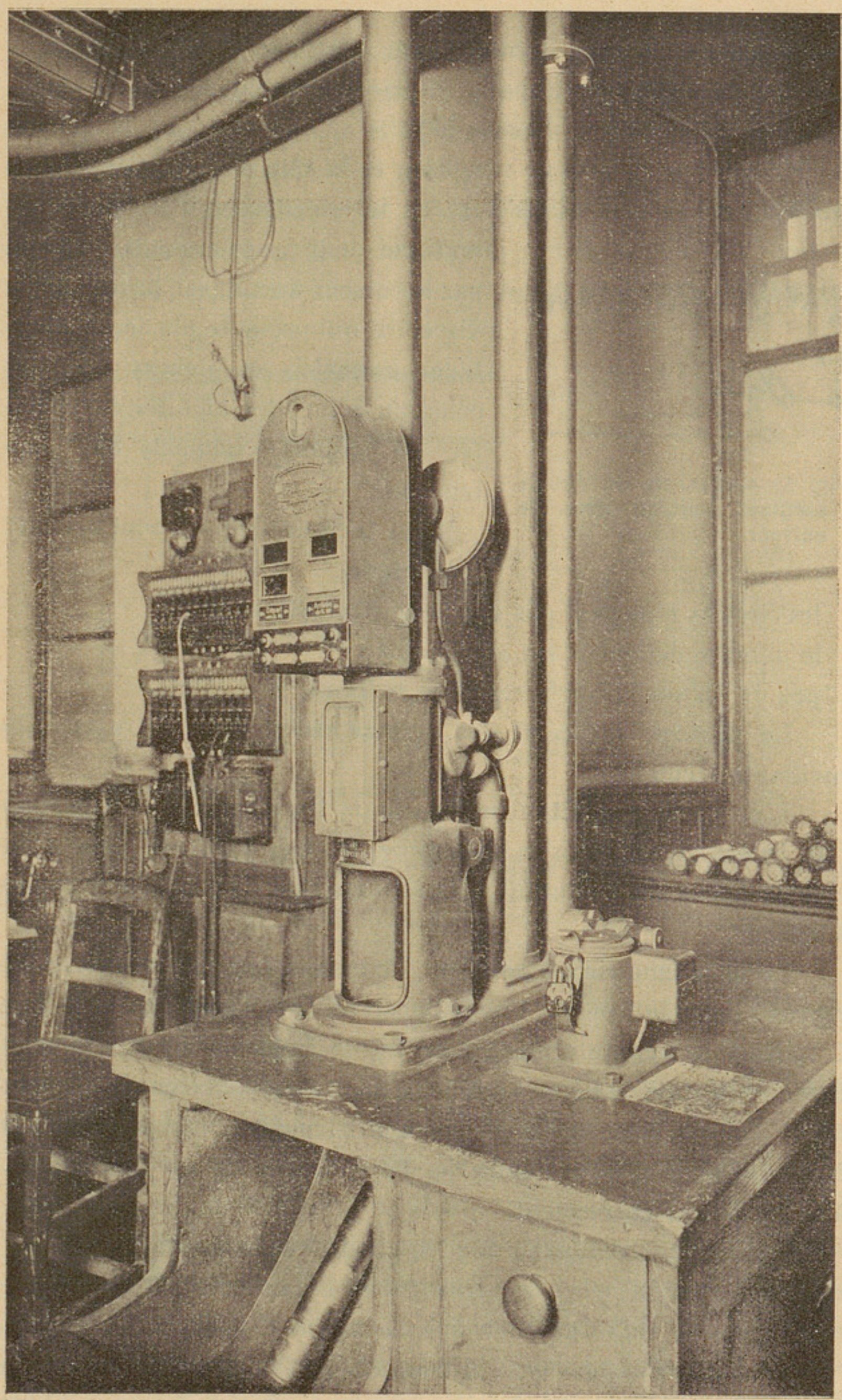


Fig. 4. — Station terminus du bureau 98.

Dans les bureaux terminus, au contraire et nécessairement, la tête d'expédition est séparée et placée à côté de la tête de réception (fig. 4 : station du bureau 98).

C'est entre la tête de réception et la tête d'expédition que se trouve intercalée, dans les bureaux intermédiaires, l'aiguille automatique dont la commande, réalisée par le curseur même, est basée sur un dispositif qui présente plusieurs avantages essentiels en dehors de celui, commun à tous les aiguillages, d'éviter le transit manuel des cartouches :

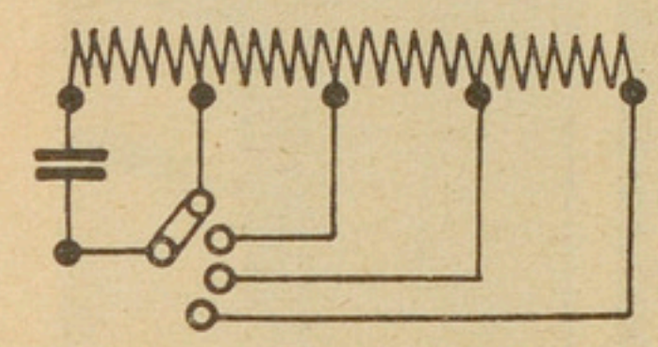


Fig. 5. — Schéma du circuit oscillant contenu dans le curseur.

il est indépendant de tout contact mécanique ;

les circuits n'exigent pas un câblage compliqué ;

le nombre des relais est très réduit ;

peu de fils sont nécessaires entre stations.

Le principe est celui des actions réciproques entre circuits oscillants accouplés .

L'un de ces circuits (condensateurs fixe, inductance variable) (fig. 5) est monté dans la cartouche, dont le fond est muni d'un commutateur ayant autant de positions que de longueurs d'onde à obtenir.

Le deuxième circuit oscillant, fixé sur l'appareil récepteur est représenté sur la figure 6. Une bobine B reliée à la grille et une bobine C reliée à la plaque d'une lampe triode F entourent une portion isolée A du tube de ligne. La bobine C et le condensateur D forment un circuit oscillant, qui n'est pas normalement excité parce que le facteur d'accouplement entre les bobines C et B est trop faible, à cause de leur écartement.

Quand une cartouche dont le circuit oscillant est accordé sur celui de l'appareil récepteur traverse les bobines B et C, l'accouplement devient suffisant pour que la lampe F se mette à osciller.

L'effet des oscillations est transmis par le condensateur R à la lampe H, dont la grille se charge négativement. Le courant de plaque qui maintenait collé le relais M s'annule, et le contact de

repos de ce relais ferme le circuit du relais actionnant la langue d'aiguille, qui vient obturer l'appareil expéditeur, empêchant la cartouche de franchir le poste et l'obligeant à tomber dans un casier garni de cuir.

L'impulsion reçue par la lampe F dure environ de 1/500 à 1/1000 de seconde pour une vitesse de la cartouche de 15 à 20 mètres à la seconde ; mais l'effet se trouve prolongé au delà de 5/10 de se-

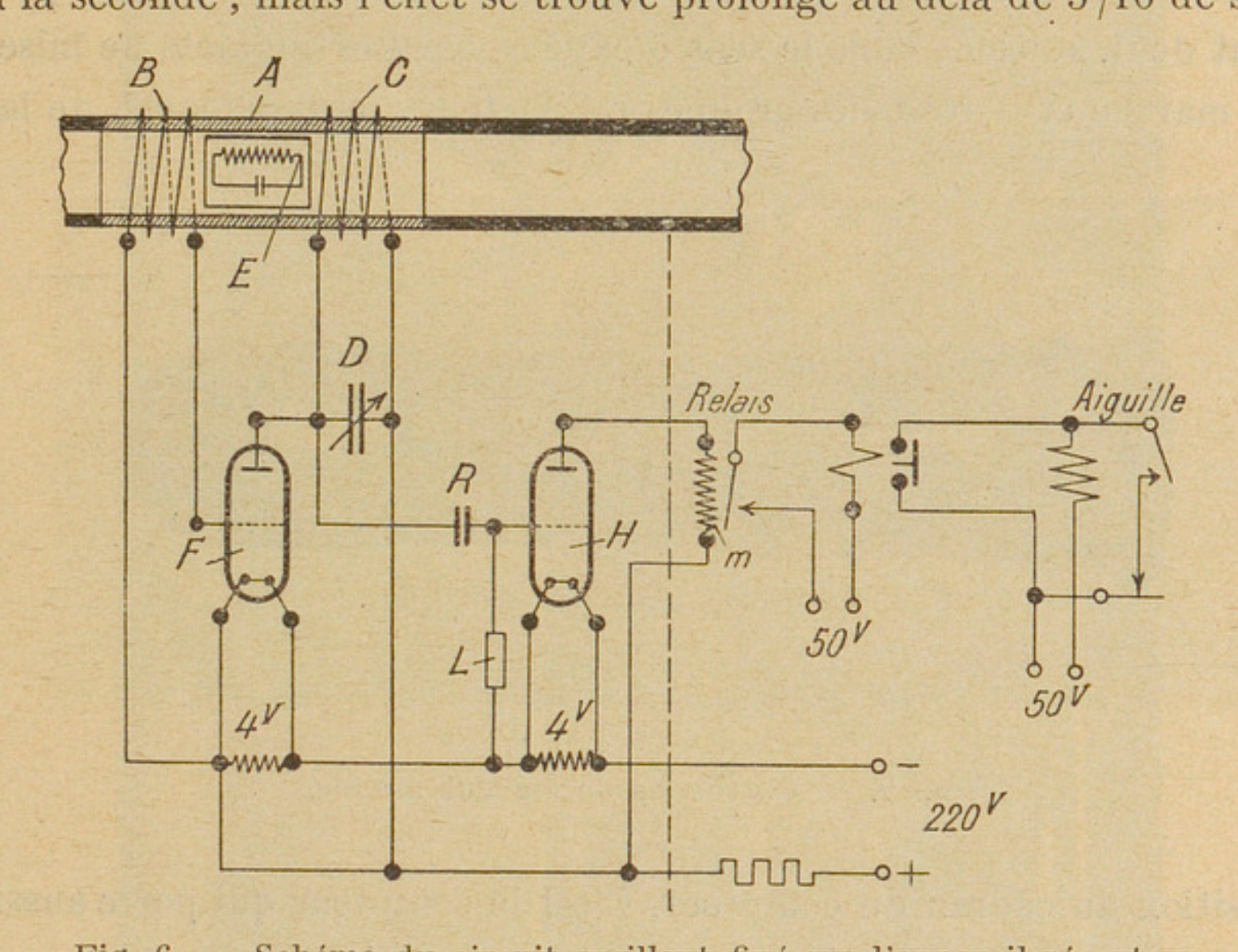


Fig. 6. — Schéma du circuit oscillant fixé sur l'appareil récepteur et de son appareillage.

conde par le temps que met la grille de la lampe F à perdre sa charge à travers la résistance E.

Toute cartouche non réglée sur la longueur d'onde de la station qu'elle aborde ne modifie pas l'état d'équilibre du circuit et continue son chemin en passant de la tête de réception directement dans la tête d'expédition de la section suivante.

Les appareils expéditeurs sont également munis d'un dispositif de blocage commandé électriquement. La retenue d'un curseur dépend d'un relais à temps, de telle sorte que, après l'expédition d'un curseur, le dispositif d'arrêt fonctionne pendant 10 à 20 secondes pour que le curseur suivant ne puisse partir que lorsque le premier a déjà parcouru 150 à 200 mètres.

Les cartouches (fig. 7), sont formées d'un corps cylindrique en celluloïd transparent, fermé par un capuchon en cuir avec garniture métallique maintenue par des ressorts. Une collerette en cuir assure l'étanchéité dans le tube. Le culot vissé contient le circuit oscillant et supporte le commutateur.

Chaque station est munie de compteurs (fig. 8) destinés à indiquer combien de cartouches circulent dans la section de ligne séparant deux stations dans le sens d'expédition. Les contacts de mise en marche et d'arrêt des groupes raréfacteurs sont solidaires de la

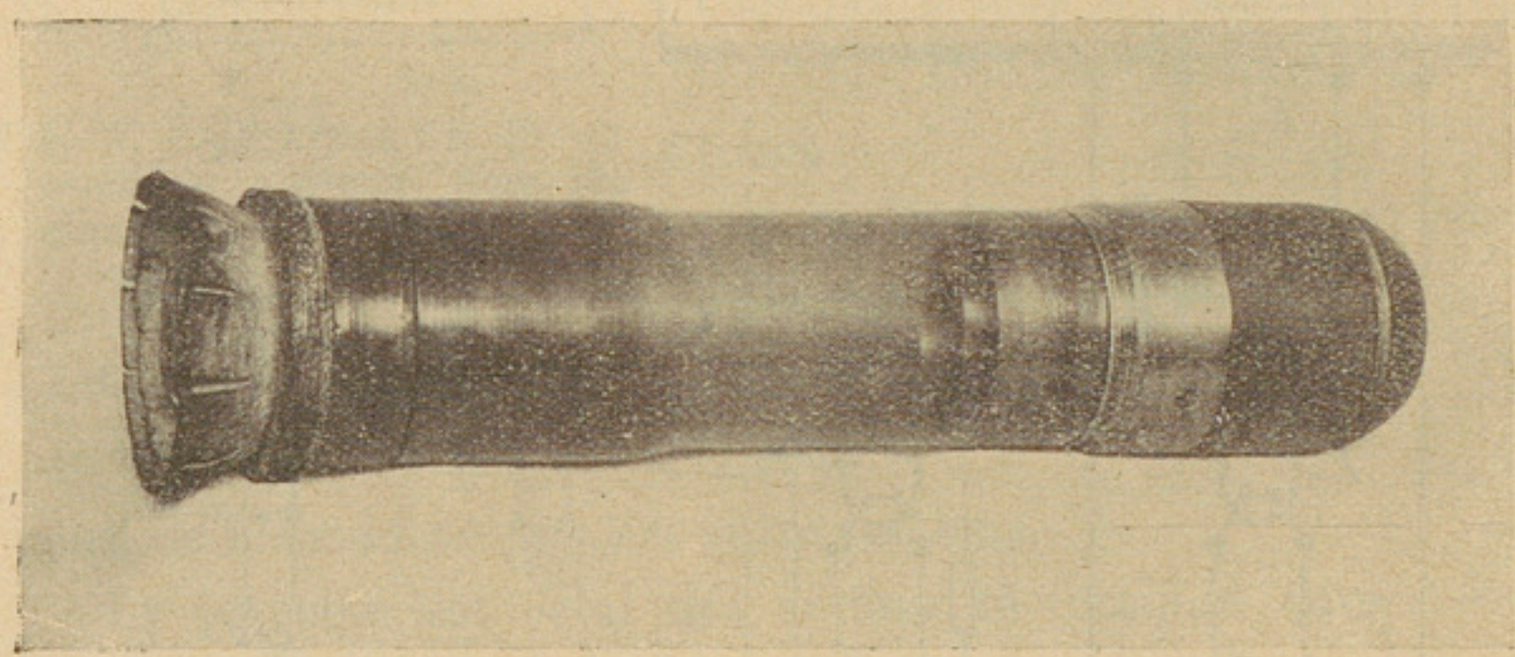


Fig. 7. — Cartouche ou curseur mobile.

position du cadran du compteur. C'est le compteur qui porte aussi les lampes de signalisation du régime des machines.

Les groupes raréfacteurs sont constitués par l'accouplement direct d'un moteur à courant continu de 15 chevaux avec un raréfacteur du type rotatif à palettes, capable d'un vide de 8 mètres d'eau. (La figure 9 représente la salle des machines du bureau 118).

Le refroidissement du raréfacteur s'obtient par circulation d'eau à commande automatique : un robinet, monté sur la conduite d'amenée d'eau, est solidaire d'une membrane en caoutchouc qui divise un carter en deux chambres, dont l'une communique avec l'atmosphère et l'autre avec le tube d'aspiration. Dès que le groupe est mis en marche et que le vide commence dans le tube, la membrane se soulève et ouvre le robinet d'arrivée d'eau. L'inverse se produit à l'arrêt des machines.

En cas d'interruption intempestive de la circulation d'eau,

un thermomètre à contact, qui plonge dans la chemise de refroidissement, provoque la déconnexion du moteur dès que la température atteint une valeur dangereuse.

Pour éviter la transmission des vibrations à l'immeuble, les

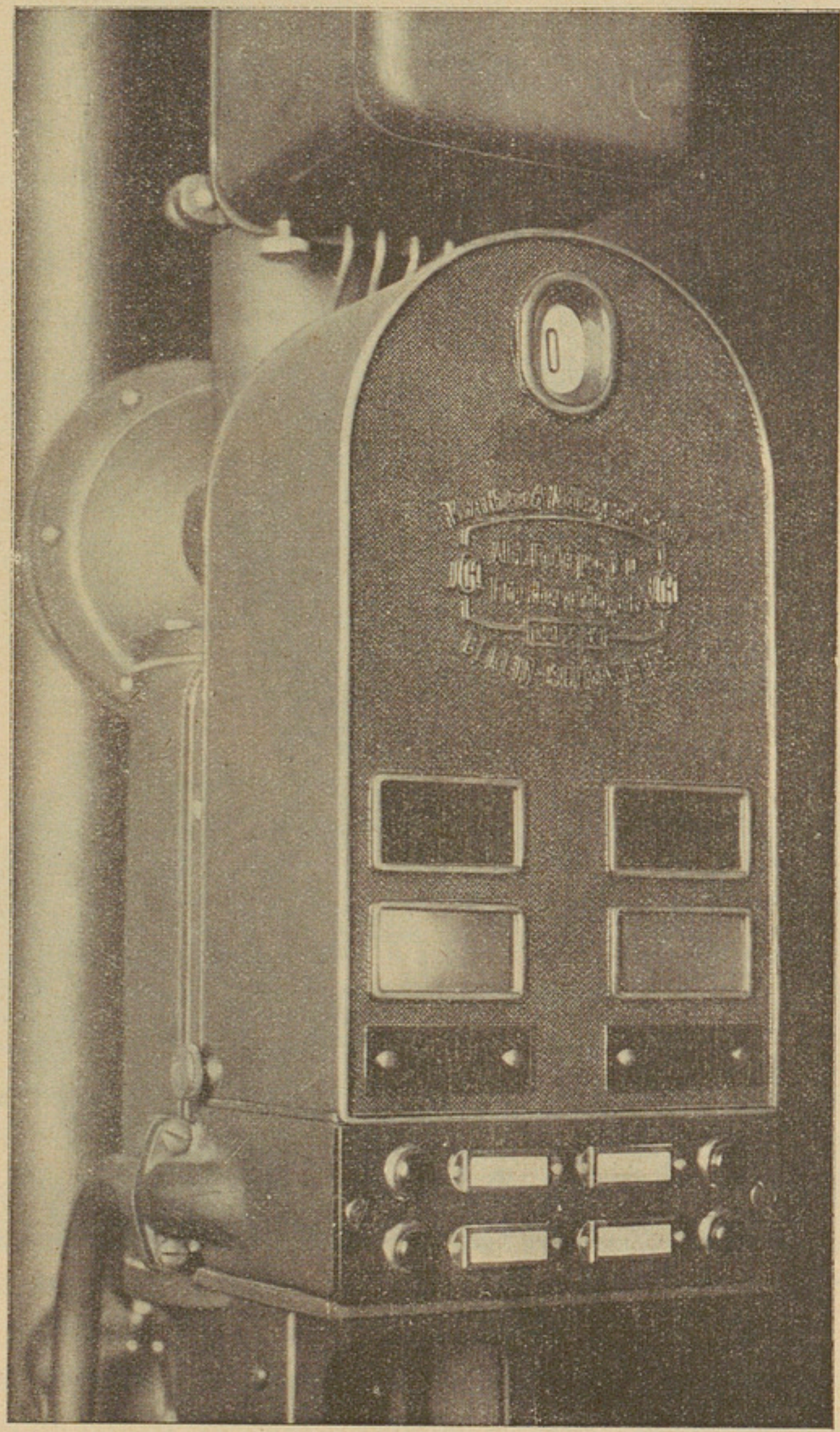


Fig. 8. — Compteur de curseurs.

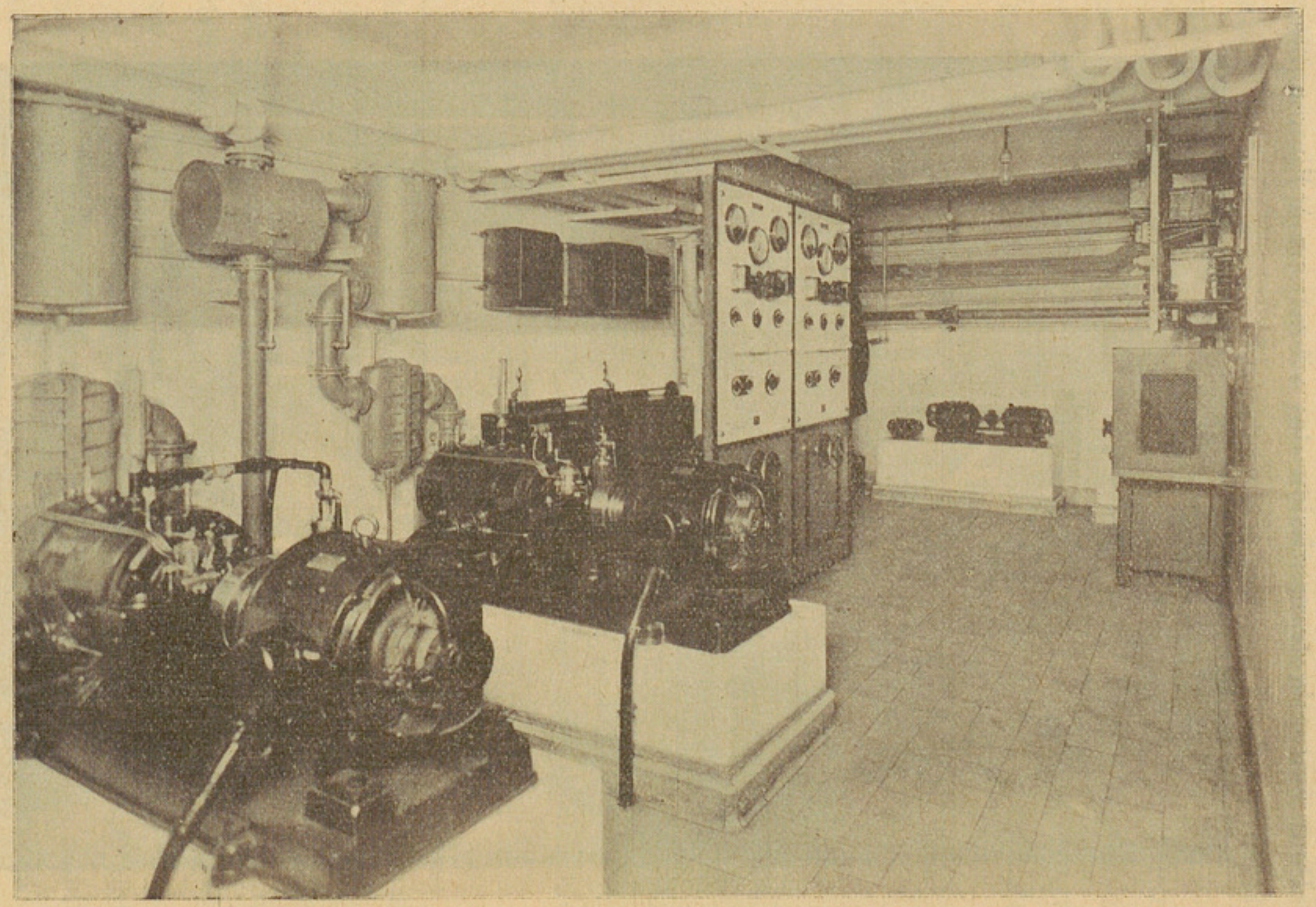


Fig. 9. — Salle des machines du bureau 118.

massifs des groupes reposent sur une épaisse plaque élastique d'aggloméré de liège, et les tubes d'air sont reliés au raréfacteur par des manchons souples.

L'air, avant d'être aspiré dans les tubes, est refroidi et séché en passant dans un appareil réfrigérant (la figure 10 représente l'appareil réfrigérant placé dans la salle des machines du bureau 98), afin d'empêcher toute formation d'eau de condensation, qui viendrait maculer les cartouches et parfois les correspondances. Des thermostats établissent ou arrêtent le fonctionnement de l'appareil aux limites déterminées de température : + 8° à + 10° C. en été ; + 4° à 6° C en hiver.

Une batterie d'accumulateur (60 volts, 30 ampères-heures), fonctionnant en tampon avec un convertisseur rotatif, assure l'alimentation des circuits de signalisation et des commandes automatiques.

En cas d'avarie sur l'un des tubes, le trafic peut être continué sur l'autre tube, qui travaille alors dans les deux sens entre les stations limitant la section perturbée. Des aiguilles à manœuvre manuelle, montées dans la table de station, permettent la commutation des tubes.

Le fonctionnement général de la ligne est le suivant. Supposons que la cartouche soit expédiée du bureau 98 et réglée sur la longueur d'onde du bureau 118. Dès qu'elle est engagée dans la tête d'expédition, elle ferme un contact qui provoque la rotation du disque du compteur, sur lequel paraît le chiffre 1. En même temps, par un contact établi dans le compteur, le groupe raréfacteur du bureau 96 est mis en marche et la cartouche est entraînée par aspiration. Une lampe verte s'allume derrière l'un des voyants du compteur au bureau 98, indiquant que le groupe, au bureau 96, est bien en marche. Egalement sur le compteur du bureau 96, une lampe bleue signale que le groupe de ce bureau tourne par suite de l'expédition d'une cartouche faite par le bureau 98.

En arrivant au bureau 96, la cartouche traverse les deux bobines du circuit oscillant d'aiguillage ; mais, comme elle n'est pas accordée sur lui, l'aiguille ne bouge pas et la cartouche tombe dans

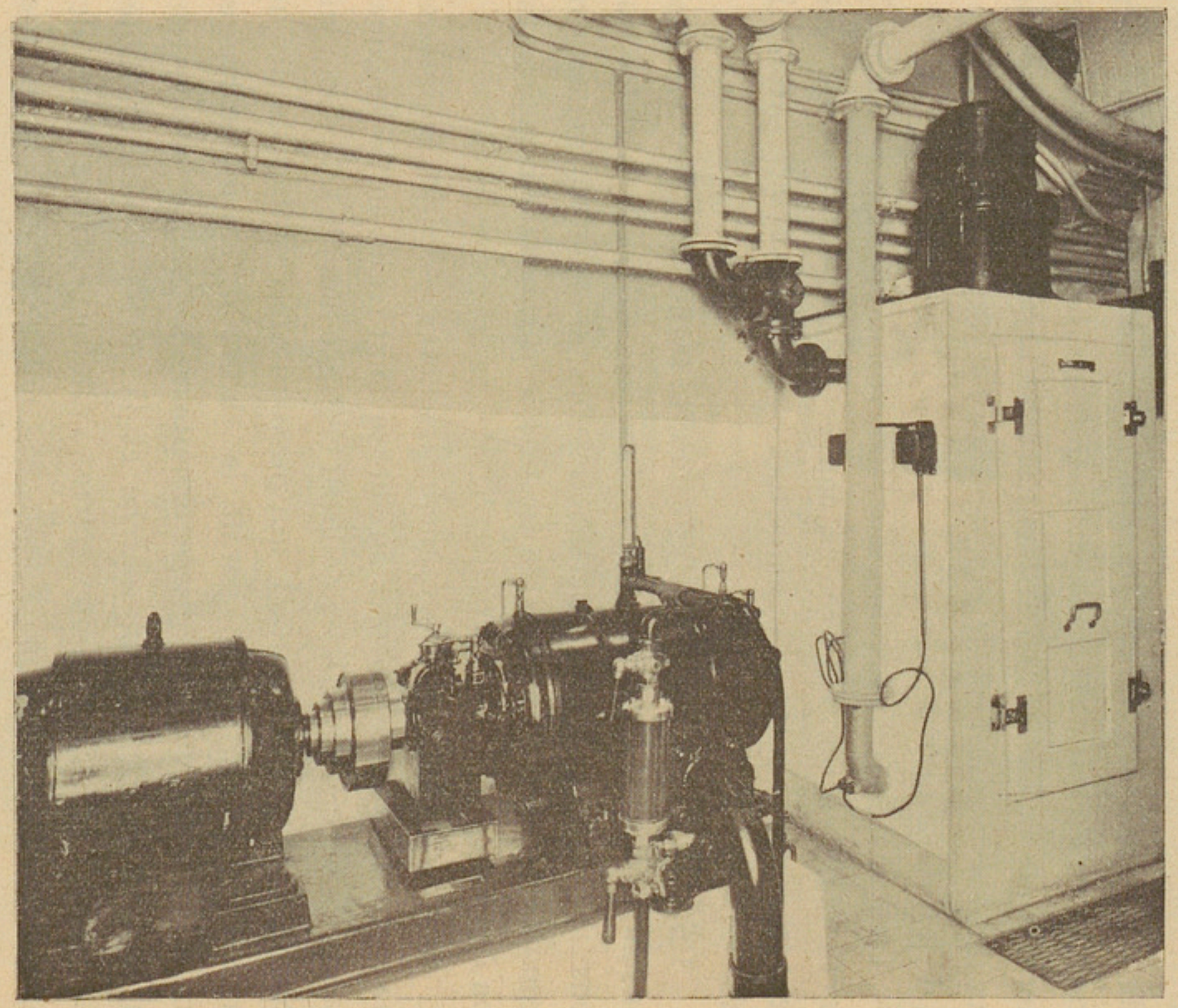


Fig. 10. — Appareil réfrigérant, dans la salle des machines du bureau 98.

la tête d'expédition vers le bureau 118. Un contact situé sur le clapet d'éjection a eu pour effet de ramener au zéro le compteur, d'éteindre la lampe verte au bureau 98 et d'arrêter le groupe du bureau 96, où s'éteint la lampe bleue, tandis que la cartouche a produit, dans la tête d'expédition, la fermeture d'un contact qui a fait avancer d'une unité le compteur du bureau 96 et, par suite, provoqué la mise en marche du raréfacteur au bureau 118. Une lampe verte s'allume sur le compteur du bureau 96 et une lampe bleue sur le compteur du bureau 118.

Comme le circuit oscillant de la cartouche a été accordé sur celui de l'appareil récepteur du bureau 118, l'aiguille, à l'arrivée de la cartouche, prend la position convenable à l'éjection de celle-ci. Au moyen du contact du clapet d'éjection, le compteur du bureau 96 revient au zéro, le groupe raréfacteur du bureau 118 s'arrête et les signaux lumineux s'éteignent.

L'expédition d'un curseur peut être effectuée toutes les 10 secondes. Il y a lieu cependant, pour ne pas surcharger les machines et les appareils, de ne pas maintenir cette cadence au delà du quatrième curseur, ce qui correspond d'ailleurs à la capacité d'éclusage des appareils récepteurs. Le verrouillage des appareils expéditeurs et des aiguilles est prévu, pour régulariser la cadence.

Les nouveaux tubes posés sur tout le parcours étant des tubes d'acier étiré à froid, parfaitement lisses à l'intérieur, la vitesse d'une cartouche, en pleine ligne, est de 15 à 16 mètres à la seconde, ce qui lui permet de parcourir la ligne, d'un bureau terminus, à l'autre, en 12 minutes. Il faut tenir compte des pertes de vitesse à la traversée des stations intermédiaires et pendant la durée de démarrage des groupes raréfacteurs.

Sur l'ancienne ligne, et pour le même parcours, la cartouche mettrait 50 minutes se décomposant ainsi :

1° Parcours : 20 minutes (la vitesse théorique est de 400 mètres, mais elle ne dépasse pratiquement pas 300 mètres) ;

2° Séjour : dans certains bureaux centres de force, le séjour est de 10 à 15 minutes ; dans les autres, de 5 à 7 minutes ; si l'on prend comme moyenne 12 minutes dans les premiers et 6 minutes dans les

seconds, une cartouche du bureau 98 pour le 61 séjournerait :

6 minutes au 98,
6 minutes au 118,
12 minutes au 84,
6 minutes au 54,
6 minutes au 54,

soit : 30 minutes à ajouter aux 20 minutes du parcours lui-même, ce qui donne 50 minutes.

Le parcours sur la ligne modernisée durant 12 minutes et le séjour étant nul dans les bureaux puisqu'il n'y a pas d'arrêt, on peut dire que la cartouche met actuellement quatre fois moins de temps pour aller d'une extrémité à l'autre de la ligne. On peut dire que ce n'est pas la vitesse propre des curseurs qui a une influence prédominante sur la durée totale du parcours : c'est la suppression des délais de séjour.

Mais la supériorité du nouveau système est aussi fondée sur la suppression des intervalles de repos entre les convois. C'est la capacité de transport des deux types d'exploitation qu'il faut aussi comparer :

Le volume utile d'un curseur, dans la ligne d'essai, est de $325^{cmc},721$. Si un curseur était engagé toutes les 10 secondes, le débit horaire serait de 360 curseurs. et le volume utilisable :

$$325^{cmc},721 \times 360 = 117^{dmc},259.$$

Le volume utile d'un curseur ancien, pour une ligne de 65 millimètres de diamètre, est de $198^{cmc},804$. L'envoi d'un train de trois curseurs toutes les 5 minutes étant un maximum, le volume possible par heure est de :

$$198^{cmc},804 \times 36 = 7^{dmc},156.$$

Sur une ligne de 80 millimètres, le volume utile du curseur est de $353^{cmc},430$ et, d'après le même raisonnement que ci-dessus, le volume d'envoi maximum horaire serait de :

$$353^{cmc},430 \times 36 = 12^{dmc},723.$$

On peut dire qu'une ligne modernisée peut transporter des volumes 15 fois supérieurs à ceux que transporte une ligne ancienne

de 65 millimètres et 9 fois supérieurs à ceux que transporte une ligne ancienne de 80 millimètres.

Néanmoins, quelque impressionnante que soit la comparaison des « volumes d'envoi », il est certain que le nombre des correspondances échangées entre les divers bureaux (et par conséquent leur volume) ne croîtrait pas proportionnellement à l'accroissement des possibilités dont il vient d'être fait état. Néanmoins, la somme des avantages (augmentation du volume d'envoi, accroissement de la vitesse, suppression des attentes) ne ferait qu'inciter la clientèle des grandes villes à utiliser davantage les réseaux pneumatiques, dont la vitalité, comme l'a fait remarquer M. Bayard, n'est pas niable, puisqu'ils tendent à se développer malgré la concurrence du téléphone.

Remarques sur la réalisation pratique. — Les difficultés rencontrées au cours de l'exécution se rattachent en partie au matériel roulant et en partie à la disposition des locaux.

Dans l'exploitation ancienne, les curseurs atteignent, en état d'équipement, une longueur voisine de 17 centimètres. Cet encombrement réduit s'accommodait parfaitement des courbes à faible rayon, qu'il franchissait avec facilité. Mais les nouveaux curseurs, de 27 centimètres de longueur, ne peuvent circuler aisément que dans des courbes ayant au moins 2 mètres de rayon. Or beaucoup d'égouts se coupent à angle droit. Dès lors, il a fallu en maint endroit entailler leurs angles pour obtenir le profit désiré, tout en prenant des mesures de protection contre un glissement ou un affaissement des ouvrages entamés. Les difficultés de construction se sont accentuées du fait de l'étroitesse de certaines artères souterraines et de la nécessité de maintenir en service les anciennes liaisons.

Aucun des sous-sols des bureaux modernisés n'était aménagé pour recevoir de machines. Cette situation paraîtra toute naturelle si l'on remarque qu'aux dates très anciennes de leur installation il n'était évidemment pas question de modernisation du réseau pneumatique. Dès lors, il a fallu, pour adapter les locaux à leur nouvelle destination, les transformer profondément. Cette opération n'alla pas sans difficultés, notamment pour ce qui concerne les fouilles

préparatoires des massifs devant supporter les machines, parce qu'en certains endroits elles découvraient les fondations mêmes de l'immeuble.

D'autre part, l'installation des conduites d'air et d'eau et celle des appareils à l'intérieur des bureaux se heurtaient à des questions d'itinéraire, d'encombrement, etc..., qu'il fallut résoudre avec prudence et célérité. Au bureau de Paris 96, il fallut déposer l'ancienne installation d'appareils et la reposer provisoirement, sans interrompre le service, pour libérer la place nécessaire à la nouvelle. A Paris 54, la pénétration de l'égout aux sous-sols n'a pu se faire que par une tranchée dans la traversée de la rue en bordure. A Paris 84, le manque de hauteur des plafonds a entraîné la réduction des têtes d'appareils.

A l'heure actuelle, les installations se présentent avec les garanties de propreté et d'indépendance désirables. Elles seront encore améliorées dans l'avenir, surtout au point de vue de la ventilation.

LE MÉCANISME DE LA PRODUCTION DES OSCILLATIONS, [1]

par Ph. LE CORBEILLER,
ingénieur en chef des Télégraphes
(Laboratoire national de radioélectricité).

SOMMAIRE. — *On étudie d'abord deux types généraux de systèmes oscillants autoentretenus. Le premier type consiste en un relais irréversible, dont la sortie est couplée avec l'entrée par l'intermédiaire d'un quadripôle passif. Le second type est réalisé au moyen d'un conducteur à caractéristique présentant un arc tombant, connecté à la source et à un bipôle passif. Chacun de ces types peut être réalisé de deux façons, se correspondant par dualité. On forme l'équation différentielle non-linéaire à laquelle satisfait une grandeur électrique variable de chacun des deux types. L'équation différentielle du second type est un cas particulier de celle du premier.*

On étudie ensuite les oscillations symétriques les plus simples fournies par les autooscillateurs électriques ou mécaniques. Les oscillations série *sont la solution périodique de l'équation :*

$$z'' - \varepsilon \left(z' - \frac{z'^3}{3} \right) + z = 0 ;$$

les oscillations shunt *sont la solution périodique de l'équation :*

$$y'' - \varepsilon (1 - y^2) y' + y = 0.$$

Elles ont des propriétés opposées et se correspondent par dualité.

GÉNÉRALITÉS.

1. La production d'oscillations électriques est l'un des problèmes fondamentaux qui se posent à l'ingénieur électricien. Il s'agit, plus précisément, de pouvoir disposer d'une certaine *puissance*, sous forme électrique, à une fréquence déterminée. On peut opérer pour cela de deux façons différentes :

ou bien on dispose d'une certaine puissance mécanique sur un arbre tournant à n t : min ; on transforme alors cette puis-

---

1. Conférence faite le 22 avril 1932 à l'amphithéâtre de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes.

sance, au moyen d'un alternateur à 2 p pôles, en puissance électrique à la fréquence 60 n p. p. s. ;

ou bien on dispose d'une batterie de piles ou d'accumulateurs, c'est-à-dire d'une source d'énergie électrique à la fréquence zéro, et l'on transforme une fraction de la puissance de cette batterie en puissance électrique alternative, grâce à un organe particulier, dipôle ou tripôle ; ce deuxième procédé est celui que nous allons analyser.

La théorie du premier ne présente pas de difficulté, si l'on se borne au principe du fonctionnement de l'alternateur. Toutefois, si l'on se pose la question de savoir comment a été obtenue la puissance mécanique disponible sur l'arbre, on est amené à constater qu'elle représente une fraction de la puissance d'une source d'énergie mécanique de fréquence zéro, vapeur sous pression ou colonne d'eau en mouvement [1], et que cette transformation repose sur des principes tout à fait analogues à ceux que nous allons analyser. L'analogie des oscillations électriques et des oscillations mécaniques est maintenant bien connue, et il est à peine nécessaire de dire que l'étude des systèmes purement électriques qui va suivre est applicable, *mutatis mutandis*, aux systèmes purement mécaniques ou autres correspondants.

2. Un premier point qui résulte immédiatement de l'énoncé de notre problème est que les équations différentielles du système seront des équations *non-linéaires*. En effet, des variables liées par des équations différentielles linéaires à coefficients constants tendent exponentiellement vers zéro ou vers l'infini, à moins qu'il n'existe des forces périodiques appliquées ; or nous excluons cette dernière hypothèse, ainsi que celle de coefficients fonctions connues du temps, car nous entendons étudier un système *complet* et *isolé*, dont les liaisons sont, par suite, indépendantes du temps. Un tel système, s'entretenant lui-même en oscillations, s'appelle un *système autoentretenu* ou un autooscillateur, et c'est essentiellement un système *non-linéaire*.

Ce système, étant purement électrique, ne contient, en dehors

1. Mettant de côté les moteurs à explosion.

de la source (batterie), que des inductances L, des résistances R et des capacités C ; et toutes ces quantités sont essentiellement positives, sauf les inductances *mutuelles*, qui peuvent être d'un signe quelconque.

Puisqu'à l'état de régime les tensions et courants du système, ou au moins certains d'entre eux, sont variables, il est impossible que tous les L, R, C, soient constants.

Une inductance L peut varier de deux manières, soit que l'on modifie les données géométriques de la bobine (ou du système de bobines, s'il s'agit d'une inductance mutuelle), soit que l'on modifie la perméabilité du milieu, par exemple en enfonçant plus ou moins un noyau de fer. L'une et l'autre hypothèse conduisent à des machines bien connues en électrotechnique, mais impliquent la mise en jeu d'énergie mécanique, ce que nous avons déjà exclu. Toutes les L de notre système sont donc des constantes, et le même raisonnement s'applique évidemment aux C.

Mais il n'en est nullement de même pour les résistances : on peut, en effet, faire varier une résistance électrique sans dépenser ni recueillir de travail mécanique. Sous une forme équivalente, on peut remarquer qu'il ne s'exerce aucune force sur le curseur d'un rhéostat parcouru par un courant. Ce dernier mode de variation d'une résistance est d'ailleurs exclu, nos systèmes, purement électriques, ne devant pas avoir de coordonnée géométrique variable ; mais il nous reste la possibilité (unique, comme on voit) de faire varier la *résistivité* d'un conducteur pris entre deux bornes fixes. En résumé, *un système autoentretenu purement électrique doit contenir au moins un conducteur de résistance variable* (mais de dimensions géométriques constantes), *tous les* L et C *du système étant constants.* (1).

Remarquons qu'il serait possible que, pendant une fraction de période, le conducteur en question eût une résistance constante R_1, et une résistance R_2 différente, constante également, pendant le reste de la période. Le système satisferait alors à certaines

1. Des considérations analogues sont à la base des travaux de M. H. Barkhausen [5] et de H. W. Nichols [7].

équations différentielles pendant la première partie de la période, et à d'autres équations pendant la seconde. Ces systèmes ou d'autres plus généraux, à *liaisons intermittentes* (les machines à collecteur par exemple) sont exclus de la présente étude, qui n'envisage que des systèmes *à liaisons permanentes et à variations continues*, satisfaisant par conséquent à un système d'équations différentielles unique. Précisons enfin que nous excluons les systèmes à liaisons *non-holonomes* (roue de Barlow, par exemple), qui sont, comme l'a signalé H. Poincaré [4], un cas limite des systèmes à liaisons intermittentes.

PREMIÈRE PARTIE.

3. Considérons donc une batterie fermée sur une résistance, cette résistance pouvant varier en grandeur sous l'action d'une cause purement électrique, et cela sans dépense de travail. Supposons d'abord que cette cause soit une tension u, appliquée entre deux bornes 1 et 2 ; alors, pour qu'il n'y ait pas de puissance mise en jeu, il faut que la résistance du système, mesurée entre les bornes 1 et 2, soit infinie. Si la tension u est alternative, la grandeur de la résistance variable oscillera entre deux valeurs positives, $\rho + r$ et $\rho - r$. Nous représenterons ce système par le schéma de la figure 1, où ρ représente la partie constante, ou valeur moyenne, de la résistance « modulée » par la tension appliquée u, et r sa partie alternative. Si nous supposons le circuit de la batterie fermé par une certaine impédance, non représentée, montée entre les bornes 3 et 4, le courant et la tension à ces bornes auront une partie constante et une partie alternative ; nous les désignerons par $j_0 + j$ et $v_0 + v$.

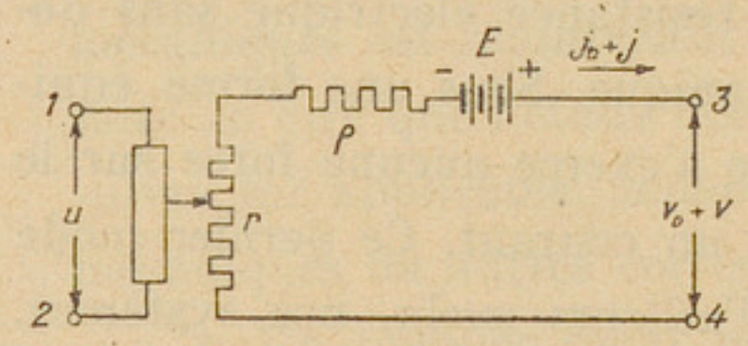


Fig. 1.

Imaginons le système de la figure 1 contenu dans une boîte fermée, pourvue de deux bornes d'entrée 1 et 2 et de deux bornes de sortie 3 et 4 ; nous voyons que nous avons constitué un *relais irréversible*, qui fournit à ses bornes de sortie une certaine puissance alternative, au rythme de la tension d'entrée, cette puis-

sance étant empruntée à la batterie, et la puissance d'entrée étant nulle.

Rien ne s'oppose d'ailleurs à ce que nous réunissions la borne 4, soit à la borne 1, soit à la borne 2, par une liaison équipotentielle. Il apparaît alors que ce relais est un réseau à trois bornes ou *tripôle*, et, comme il contient une source d'énergie, on dit que c'est un tripôle *actif*. Un exemple évident est la lampe triode (fig. 2) dans les conditions où l'on peut négliger le courant de grille, les électrodes filament, grille, plaque, correspondant respectivement aux bornes 2-4, 1, 3. (ou 1-4, 2, 3).

On explique ordinairement le fonctionnement de la triode amplificatrice en imaginant dans le circuit filament-plaque une

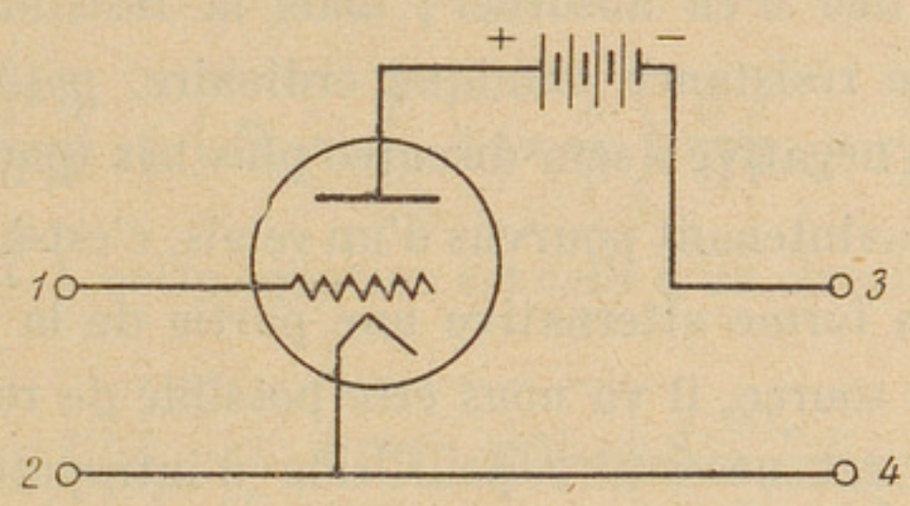


Fig. 2.

force électromotrice fictive $k\,u$. Il y a plusieurs avantages à considérer, comme nous le faisons ici, que le rôle de la grille est de modifier la résistance filament-plaque, sans dépense de travail. Ces deux façons d'envisager les choses sont d'ailleurs équivalentes.

Ecrivons les équations du fonctionnement du relais de la figure 1. L'équation du circuit de la batterie est :

$$E = (\rho + r)(j_0 + j) + v_0 + v. \qquad (1)$$

Elle se décompose en deux, qui relient respectivement les grandeurs constantes et les grandeurs variables :

$$\begin{cases} E = \rho\, j_0 + v_0, & (2) \\ 0 = j_0\, r + \rho\, j + r\, j + v. & (3) \end{cases}$$

Nous supposerons les grandeurs variables assez petites vis-à-vis des grandeurs constantes de même espèce pour que, dans cette dernière équation, on puisse négliger le terme rj.

Il nous reste à exprimer comment la partie variable r de la résistance dépend de la tension modulatrice u. L'hypothèse la plus simple est une relation linéaire [1] :

$$r = \mu\, u. \qquad (4)$$

Portons cette expression de r dans l'équation (3) et posons $j_0 \mu = k$; il vient :

$$-\rho j = v + k\, u. \qquad (5)$$

Nous reconnaissons *l'équation caractéristique linéaire* classique qui relie les parties variables des grandeurs électriques dans le fonctionnement d'une triode. Le terme ρj apparaît précédé du signe *moins*, ce qui correspond au fait que le relais *fournit* de la puissance au lieu d'en absorber ; mais la résistance ρ n'en est pas moins une résistance ohmique ordinaire, *positive* ; la notion de « résistance négative » sera discutée plus bas (par. 9).

4. Etant maintenant pourvus d'un relais, c'est-à-dire du moyen d'extraire sous forme alternative une partie de la puissance continue de notre source, il va nous être possible de réaliser un auto-oscillateur. Il est nécessaire pour cela d'introduire des organes possédant une fréquence propre. Il nous faudra donc au moins une inductance L et une capacité C. Soit, de plus, R la résistance utile dans laquelle nous comptons dissiper la puissance alternative. Supposons que L, R, C, soient connectés en parallèle aux bornes 3-4, et posons G (conductance) $= \frac{1}{R}$. Il reste à clore le système, et pour cela il suffit de relier les bornes 5-6 aux bornes 1-2. Ceci peut se faire de deux façons, et l'on pourrait distinguer ces deux façons par le signe du coefficient μ. Nous préférons convenir que le coefficient μ est essentiellement positif, et nous devrons alors poser :

$$w = \pm u \quad \text{ou} \quad \eta\, u, \qquad (6)$$

w étant la tension aux bornes 5-6 (ici égale à v) et qui sera égale

---

1. Le fait que cette équation (4) relie les valeurs de r et de u au même instant t exprime que le relais est dénué d'inertie et d'hystérésis.

ou opposée à la tension u aux bornes 1-2 suivant le sens des connexions.

Nous obtenons ainsi le schéma de la figure 3, où les traits pleins indiquent les connexions correspondant à $\eta = -1$.

Ecrivons les équations de ce système. On a pour le régime continu :

$$E = \rho j_0. \qquad (2 \text{ bis})$$

Le réseau (C, G, L) nous donne la relation :

$$j = C \frac{\mathrm{d}\, v}{\mathrm{d}t} + G v + \frac{\int v \,\mathrm{d}t}{L}. \qquad (7)$$

Dérivant cette relation et tenant compte des équations (5) et (6), il vient :

$$C \frac{\mathrm{d}^2 u}{\mathrm{d}\, t^2} + \left(G + \frac{1}{\rho} + \eta \frac{k}{\rho}\right) \frac{\mathrm{d}\, u}{\mathrm{d}\, t} + \frac{u}{L} = 0. \qquad (8)$$

Si $\eta = +1$, cette équation est celle d'un circuit oscillant amorti

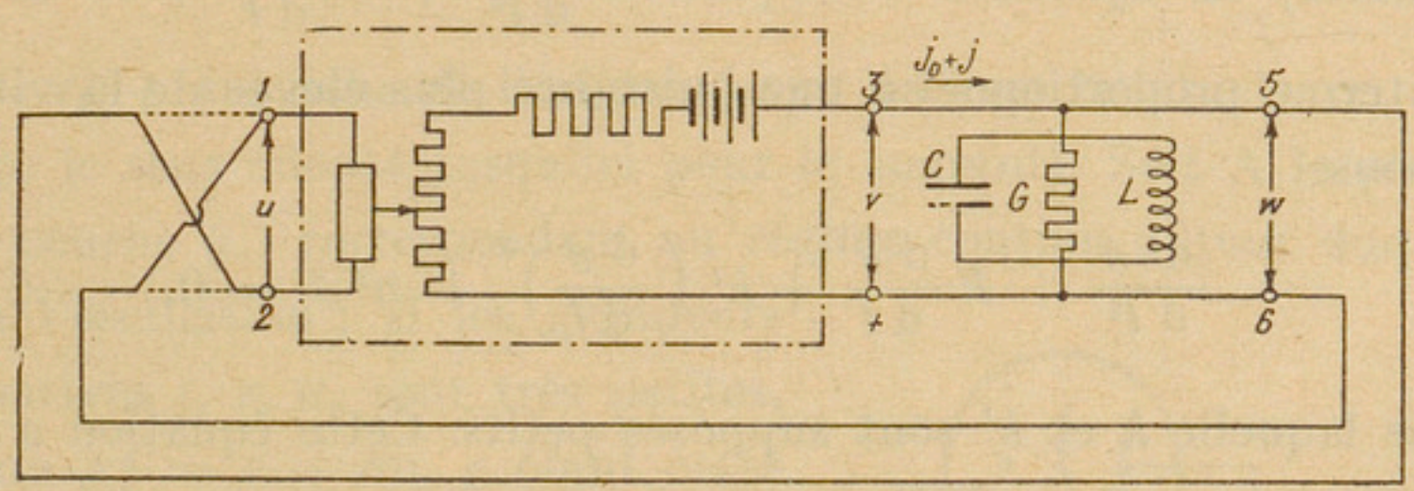


Fig. 3.

(puisque tous les coefficients sont positifs) et par conséquent représente un système passif qui tend asymptotiquement vers le repos, quelles que soient les conditions initiales. Il faut donc, si l'on veut avoir un autooscillateur, que $\eta = -1$.

On appelle *réaction* le fait d'appliquer aux bornes d'entrée du relais la tension prise aux bornes de sortie ; la réaction doit donc être d'un sens déterminé pour que le relais avec réaction puisse fonctionner en autooscillateur, ce qui est bien connu [1].

1. Voir la deuxième note du par. 8.

Si $\eta = -1$, il est possible, pour des valeurs convenables des grandeurs G, ρ, k, que l'on ait :

$$G - \frac{k-1}{\rho} < 0.$$

En ce cas l'équation (8) représentera des oscillations dont l'amplitude ira en augmentant avec le temps de manière exponentielle, ce qui est physiquement impossible. Mais c'est précisément la raison pour laquelle nous avons dit en commençant qu'une équation différentielle linéaire ne pouvait représenter des oscillations autoentretenues.

5. La nécessité d'écrire une équation différentielle *non-linéaire*, pour rendre compte du régime périodique d'un système autoentretenu, a été clairement aperçue par Lord Rayleigh dès 1883. [2]. « Nous pouvons », dit-il, « nous faire une idée de ce qui se produit alors [lorsque les équations approchées cessent d'être valables] en ajoutant à l'équation $\frac{d^2\theta}{dt^2} + k\frac{d\theta}{dt} + n^2\theta = 0$ un terme proportionnel à une puissance plus élevée de la vitesse. Posons :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + k\frac{d\theta}{dt} + k'\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^3 + n^2\theta = 0,$$

dans laquelle k et k' sont supposés petits. Cette équation a pour solution approchée :

$$\theta = A \sin nt + \frac{k' n A^3}{32} \cos 3nt,$$

où A est donné par :

$$k + \frac{3}{4} k' n^2 A^2 = 0. \qquad (9)$$

Si k est négatif et k' positif, l'oscillation devient stable et prend l'amplitude donnée par (9). Une petite oscillation s'amplifie jusqu'à atteindre ce régime, et une oscillation plus grande l'atteint en s'amortissant ».

Les lampes triodes conduisent à des considérations analogues. On sait que, si l'on prend pour variables le courant de plaque i_a

et la *tension composée* $e_a + ke_g$, les différentes courbes de la famille

$$e_a = f\,(i_a), \qquad e_g = \text{const.}$$

viennent s'appliquer sur une courbe unique (C), dite *caractéristique composée* (fig. 5), avec une très bonne approximation. La théorie linéaire qui précède confondait cette courbe avec la droite

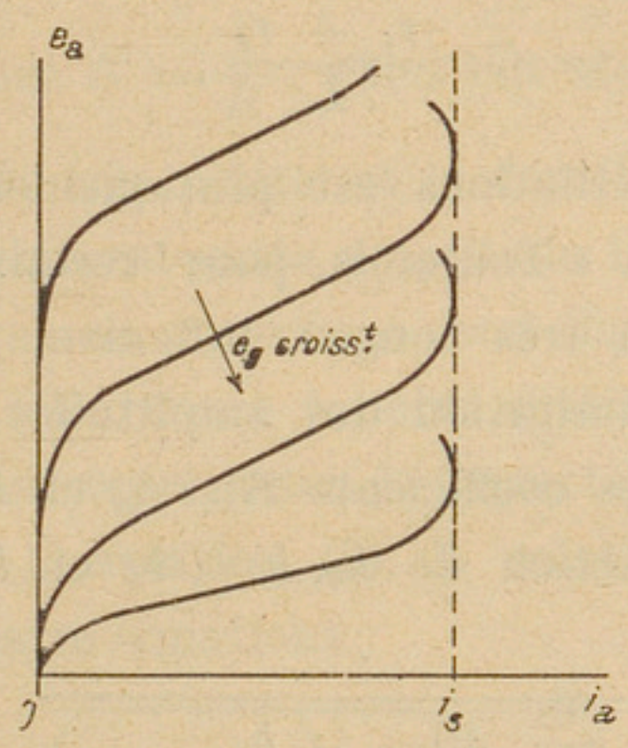


Fig. 4.

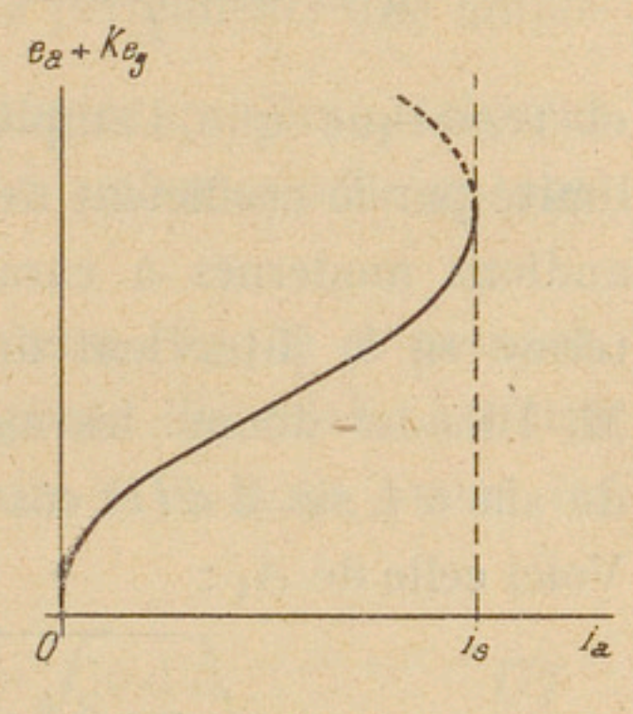


Fig. 5.

$o\ i_a = e_a + ke_g$ issue de l'origine (avec les axes habituels, ce qui change le sens adopté jusqu'ici pour le courant). Soit A le point de la courbe (C) correspondant au régime continu autour duquel a lieu l'oscillation ; si les grandeurs alternatives j, v, u, sont très petites, on aura $\rho j = v + ku$, ρ étant cette fois la pente de (C) au point A. Si j, v, u, ne sont pas très petits, il faudra ajouter des termes contenant les puissances successives de $(v + ku)$ pour tenir compte de la courbure de (C).

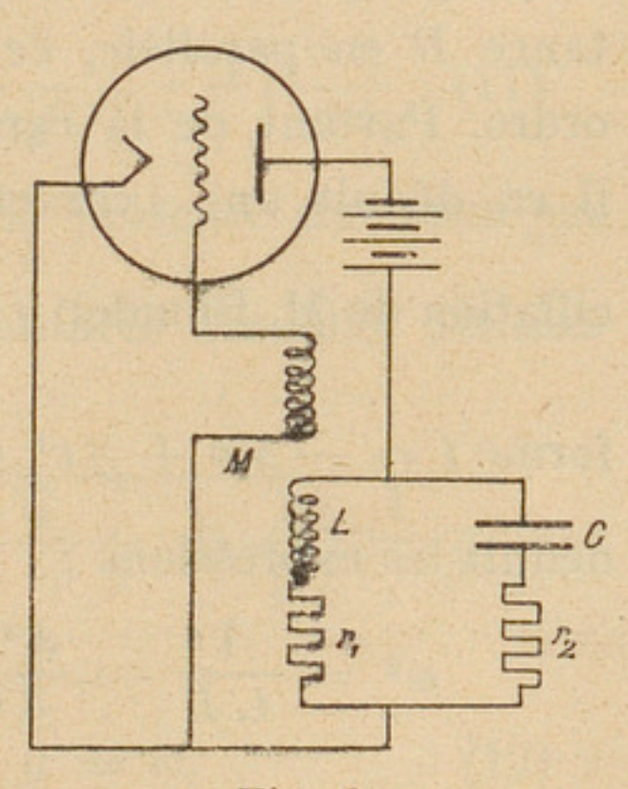


Fig. 6.

M. A. Blondel, en 1919, étudia de cette manière la triode oscillatrice représentée sur la figure 6 [10]. Prenant pour équation de (C) $i = b_1\,(v + ku) + b_3\,(v + ku)^3$, il est conduit à une équation différentielle du troisième ordre, et il calcule le terme fonda-

mental $A \sin \omega t$ du développement en série de Fourier de sa solution périodique. Il obtient :

$$\omega^2 = \frac{1}{CL}\left(1 + \frac{C r_2^2}{L}\right), \qquad A_1 = \frac{2}{h}\sqrt{\frac{\frac{h_0}{h} - 1}{3 \rho b_3}},$$

où

$$h = \frac{k M - L}{L}, \qquad h_0 = C \rho \frac{r_1 + r_2}{L},$$

et remarque que l'amplitude des oscillations est pratiquement limité par le coefficient de courbure b_3. « Toutefois, pour certains audions modernes à caractéristique à très longue inflexion, le terme en b_5 intervient aussi dans la limitation des amplitudes » M. Blondel donne les expressions des coefficients A_1, A_3 et B_3 de $\sin \omega t$, $\sin 3 \omega t$ et $\cos 3 \omega t$, en fonction de h_0, h, ρ, b_3 et b_5. Voici celle de A_1 :

$$A_1 = \frac{1}{h}\sqrt{\frac{-3 b_3 + \sqrt{(3 b_3)^3 + \frac{40}{\rho} b_5 \left(\frac{h_0}{h} - 1\right)}}{5 b_5}}.$$

De son côté, en 1920, M. van der Pol étudia ce même schéma de triode oscillatrice [11], mais en constituant le circuit oscillant de plaque par une inductance pure L, une capacité C et une résistance R en parallèle, ce qui conduit à une équation du second ordre. Partant de la caractéristique composée $j = \varphi (v + ku)$, il en déduit une « caractéristique dérivée » (caractéristique d'oscillation de M. Blondel) $j = \psi \left(\frac{k M - L}{L} v\right)$, qu'il écrit sous la forme $j = -\alpha v + \beta v^2 + \gamma v^3$, où $\alpha = \frac{k M - L}{L} \cdot \frac{1}{\rho}$, et il en déduit les expressions :

$$\omega^2 = \frac{1}{CL} - \frac{A^2 \beta^2}{3 C^2}, \qquad A^2 = \frac{4}{3\gamma}\left(\alpha - \frac{1}{R}\right),$$

$$v = A \cos \omega t - A^2 \frac{\beta}{3 C \omega} \sin 2 \omega t + A^3 \left(\frac{\beta^2}{8 C^2 \omega^2} \cos 3 \omega t + \right.$$
$$\left. + \frac{3 \gamma}{32 C \omega} \sin 3 \omega t\right) + \ldots$$

Il trouve aussi que l'enveloppe des oscillations pendant le régime transitoire est donnée approximativement par :

$$A^2 = \frac{4}{3\gamma}\left(\alpha - \frac{1}{R}\right)\frac{1}{1 - \text{const}\,.\,e^{-\left(\alpha - \frac{1}{R}\right)\frac{t}{C}}}.$$

Lorsqu'on fait varier par un procédé quelconque le paramètre α, les oscillations s'amorcent lorsque α dépasse la conductance $G = \frac{1}{R}$. Elles ont alors, en régime permanent, une amplitude très petite, et la dernière formule montre qu'elles atteignent lentement cette amplitude limite ; c'est ce qu'on appelle en pratique un *accrochage doux* (fig. 7, $\varepsilon = 0{,}1$).

Revenant à notre système autoentretenu (fig. 3) et prenant, pour représenter la caractéristique composée du relais, au lieu de la relation (5), la relation non-linéaire (10), nous avons les quatre équations :

$$\begin{cases} j = C\dfrac{dv}{dt} + Gv + \dfrac{1}{L}\displaystyle\int v\,dt, & (7) \\ j = -\dfrac{e}{\rho} + \gamma\dfrac{e^3}{3},\ e = v + ku, & (10) \\ v = \eta u, & (6) \end{cases}$$

d'où l'équation différentielle du second ordre, satisfaite par la tension composée e :

$$\frac{1}{\eta k + 1}\left(C\frac{d\,e^2}{dt} + G\frac{de}{dt} + \frac{e}{L}\right) = \left(-\frac{1}{\rho} + \gamma e^2\right)\frac{de}{dt} \qquad (11)$$

qui diffère de l'équation linéaire (8) par la présence du terme en $e^2\frac{de}{dt}$. Prenant des *variables réduites* (nombres absolus), définies par

$$t = \sqrt{LC}\,x, \qquad e = \sqrt{-\left(\frac{G}{\eta k + 1} + \frac{1}{\rho}\right)\frac{1}{\gamma}}\,y,$$

l'équation (11) se met sous la forme

$$y'' - \varepsilon(1 - y^2)\,y' + y = 0, \qquad (12)$$

où

$$\varepsilon = -\left(G + \frac{\eta k + 1}{\rho}\right)\sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Les oscillations s'amorcent, d'après ce qui précède, lorsque la paramètre ε, de négatif, est devenu positif ; et lorsque ε est petit vis-à-vis de l'unité, leur terme fondamental est :

$$y = 2 \sin x.$$

6. Les considérations précédentes nous font connaître le fonctionnement de notre autooscillateur dans le cas seulement des oscillations de très petite amplitude, de forme presque sinusoïdale. M. van der Pol est parvenu en 1926 [15], au moyen d'une double intégration graphique, à trouver la forme des oscillations périodiques régies par l'équation (12), quelle que soit la valeur positive du paramètre ε (fig. 7). Il a démontré de plus que, pour ε très grand, l'amplitude de ces oscillations était égale à 2, et leur période à 1,6 ε (1). Nous ne referons pas ici l'exposé détaillé de ces résultats, qui a déjà été deux fois publié en français [19] [21]. Leur fondement rigoureux résulte d'ailleurs de ce que l'équation (11), ne contenant pas explicitement la variable indépendante (ce qui, comme nous l'avons déjà remarqué, est caractéristique d'un système isolé), se ramène, en posant $v = \frac{dy}{dx}$, à une équation du premier ordre :

$$v \frac{dv}{dy} - \varepsilon (1 - y^2) v + y = 0. \qquad (13)$$

La solution périodique de l'équation (11) correspond alors à la courbe intégrale fermée, ou *cycle limite*, de l'équation (13) ; et l'existence de cette dernière se démontre par une méthode due à H. Poincaré (2) [1].

---

1. Si le paramètre absolu ε est fonction d'un paramètre physique α de l'oscillateur, il se peut qu'en donnant à α une variation continue le système commence à osciller lorque $\varepsilon = f(\alpha)$ passera de $-\infty$ à $+\infty$; on aura alors une oscillation de *relaxation* et un *accrochage brusque* (fig. 7, $\varepsilon = 10$).

2. D'une manière tout à fait générale, l'équation $\frac{dx}{X(x, y)} = \frac{dy}{Y(x, y)}$ équivaut aux deux suivantes : $\frac{d^2 x}{dt^2} - \left(y \frac{Y}{X} + x\right) + x = 0$, $y = \frac{dx}{dt}$. Le mémoire cité de Poincaré équivaut donc à l'étude du système oscillant conservatif $\frac{d^2 x}{dt^2} + x = 0$, soumis à des forces de dissipation et d'entre-

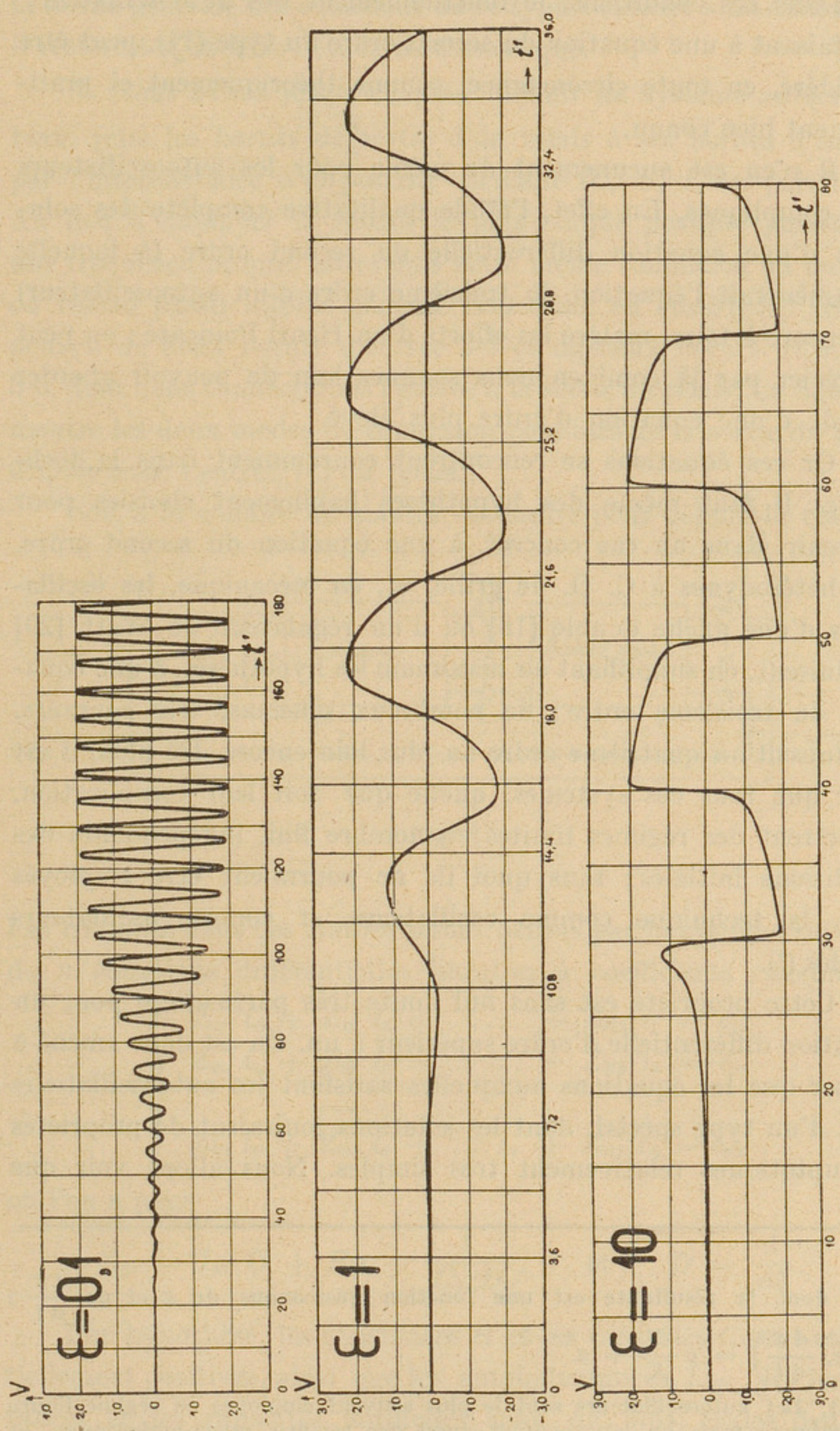


Fig. 7.

Dans ces conditions, le fonctionnement des autooscillateurs, satisfaisant à une équation du second ordre du type (11), peut être considéré, en toute circonstance, comme théoriquement et pratiquement bien connu.

Il n'en est aucunement de même pour les autooscillateurs plus compliqués. En effet, l'étude qualitative complète des solutions d'une équation différentielle du second ordre (à laquelle se ramènerait l'équation du troisième ordre d'un autooscillateur) est encore à faire, malgré les efforts d'un Henri Poincaré ; on peut apprécier par là combien nous sommes loin de pouvoir aborder l'étude d'une équation d'ordre plus élevé.

Or ces équations se rencontrent couramment dans la technique. Il faut même des hypothèses habilement choisies pour parvenir, dans un cas concret, à une équation du second ordre. Les hétérodynes à C. O. de grille, et, en mécanique, les oscillations d'une anche double [18] ou d'un régulateur de Watt [20] conduisent, en simplifiant au maximum les hypothèses, à une équation du troisième ordre ; de nombreux schémas, très courants, conduisent au quatrième ordre ou plus loin encore. De plus, il est clair que tous ces systèmes, quelle que soit leur complication, admettent des régimes limites en nombre fini, indépendants des conditions initiales ; sans quoi ils ne pourraient être employés dans la technique comme oscillateurs, et comme oscillateurs stables (1).

Cette propriété est sans nul doute très particulière pour un équation différentielle d'ordre supérieur à un. On est donc amené à penser que les équations auxquelles satisfont les autooscillateurs sont d'un type spécial, dont les solutions jouiraient de propriétés asymptotiques relativement très simples. Nous allons voir que

---

tien dont la résultante est une fonction quelconque de x et de $\frac{dx}{dt}$:

$$F\left(x, \frac{dx}{dt}\right) = y\frac{Y}{X} + x.$$

1. Les autooscillateurs sont le plus souvent employés en régime limite périodique ; mais on leur connaît aussi des régimes quasi-périodiques, et encore des régimes alternativement oscillants et non oscillants, etc...

la forme générale des équations de ce type s'obtient sans difficulté ; il resterait à en faire l'étude mathématique.

7. Nous avons jusqu'ici, pour obtenir un système autoentretenu, relié les bornes de sortie d'un relais à ses bornes d'entrée par l'intermédiaire d'un circuit oscillant (C, G, L en parallèle). Au lieu d'employer le réseau le plus simple possible possédant une fréquence propre, effectuons cette même connexion au moyen du réseau passif le plus général. Soit donc un *quadripôle*, réseau pourvu de deux bornes d'entrée 3-4 et de deux bornes de sortie 5-6, dont nous connecterons l'entrée à la sortie du relais. La figure 8 montre les deux modes de connexion possibles de la sortie du quadripôle avec l'entrée 1-2 du relais.

Soit n le nombre de mailles nécessaire pour définir le réseau.

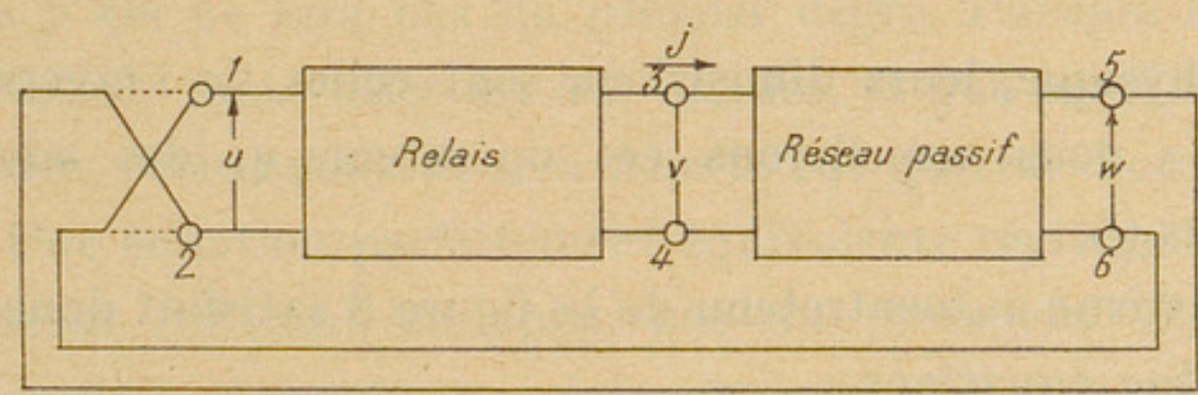


Fig. 8.

Les courants dans ces mailles seront définis par le système suivant de n équations différentielles linéaires à coefficients constants :

$$\left\{\begin{array}{l} Z_{11}\, i_1 + Z_{12}\, i_2 + \ldots\ldots + Z_{n1}\, i_1 = e_1, \\ Z_{21}\, i_1 + Z_{22}\, i_2 + \ldots\ldots + Z_{n2}\, i_2 = e_2, \\ \qquad\qquad \ldots\ldots \\ Z_{n1}\, i_1 + Z_{n2}\, i_2 + \ldots\ldots + Z_{nn}\, i_n = e_n, \end{array}\right.$$

où l'on a posé

$$Z_{kl} = L_{kl} D + R_{kl} + \frac{1}{C_{kl} D}, \qquad \text{et} \qquad D = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}.$$

Par hypothèse, les résistances R et les capacités C sont essentiellement positives, ainsi que les autoinductances L_{kk} ; les inductances et les capacités mutuelles sont, de plus, égales deux à deux ($L_{kl} = L_{lk}$, $C_{kl} = C_{lk}$) ; de même, $R_{kl} = R_{lk}$.

Le réseau ne contenant aucune source d'énergie, $e_3 = e_4 \ldots = = e_n = 0$.

Pour conserver nos notations particulières, remplaçons i_1, i_2, e_1 et e_2 par j, 0, v et w (le courant de sortie i_2 devant ici être nul), et éliminons les $(n-2)$ quantités $i_3, i_4, \ldots, i_n$. Il nous reste deux équations, que nous pouvons écrire sous la forme :

$$\left\{ \begin{aligned} j &= \mathcal{Y}_1 v, \\ \mathcal{Y}_2 v &= \mathcal{Y}_3 w. \end{aligned} \right. \tag{13}$$

$\mathcal{Y}_1$, $\mathcal{Y}_2$ et $\mathcal{Y}_3$ sont respectivement égaux au quotient d'un déterminant d'ordre $n-1$ par un déterminant d'ordre n, les éléments de ces déterminants étant des opérateurs Z_{kl}. Au point de vue mathématique, ce sont des opérateurs intégro-différentiels, puisque ce sont des fonctions rationnelles de l'opérateur $D = \frac{d}{dt}$. Au point de vue physique, leurs dimensions sont celles de l'inverse d'une résistance ; nous appellerons ces opérateurs $\mathcal{Y}$ des *admittances généralisées* (1).

Le système autoentretenu de la figure 8 satisfait donc au système de cinq équations :

$$\left\{ \begin{aligned} j &= -\frac{e}{\rho} + \beta \frac{e^2}{2} + \gamma \frac{e^3}{3}, \\ j &= \mathcal{Y}_1 v, \\ \mathcal{Y}_2 v &= \mathcal{Y}_3 w, \\ w &= \eta u, \\ e &= v + k u. \end{aligned} \right.$$

Entre ces équations, éliminons j, u, v, w ; nous obtenons l'équation à laquelle satisfait la tension composée e :

$$\frac{\mathcal{Y}_3}{\eta k \mathcal{Y}_2 + \mathcal{Y}_3} \mathcal{Y}_1 e = -\frac{e}{\rho} + \beta \frac{e^2}{2} + \gamma \frac{e^3}{3}, \tag{14}$$

---

1. Du fait de nos hypothèses restrictives sur les L, R, C, les opérateurs $\mathcal{Y}$ sont fort loin d'être les plus généraux de leur degré. Si l'on suppose D remplacé par $\omega \sqrt{-1}$, le nombre complexe $\mathcal{Y}$ se trouve soumis à des restrictions auxquelles M. M. J. O. Strutt a consacré récemment un intéressant mémoire, avec bibliographie [22].

ou plus généralement, si $j = \mathrm{F}(e)$ est l'équation de la caractéristique composée du relais :

$$\frac{\mathcal{Y}_3}{\eta k \mathcal{Y}_2 + \mathcal{Y}_3} \mathcal{Y}_1 e = \mathrm{F}(e). \qquad (15)$$

Cette équation (15) représente donc le réseau passif le plus général, connecté de la manière indiquée sur la figure 8 à un relais irréversible à tension de commande. C'est une équation différentielle ; en effet, il suffit d'effectuer les opérations algébriques portant sur l'opérateur $D = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}\,t}$ pour mettre le premier terme sous la forme $\frac{\mathcal{N}(D)}{\mathcal{D}(D)} e$, $\mathcal{N}$ et $\mathcal{D}$ étant des polynômes ; on écrira ensuite $\mathcal{N}(D)\, e + \mathcal{D}(D)\,[\mathrm{F}(e)] = 0$, et l'on n'aura plus à effectuer que des dérivations. Mais, bien entendu, cette équation sera non-linéaire, dès que $\mathrm{F}(e)$ ne sera pas du premier degré. Puisque le système autoentretenu tout entier est à n mailles, et que les Z sont du second ordre, cette équation sera dans le cas général d'ordre $2\,n$ (1).

8. Une équation parfaitement équivalente régit un type d'autooscillateur différant en apparence du précédent. Nous avons utilisé jusqu'à présent un relais commandé par une tension u appliquée à une résistance infinie, de manière que la puissance à l'entrée soit nulle. On pourrait évidemment aussi bien commander un relais par un courant i, la résistance d'entrée étant nulle. C'est l'application à ce cas particulier d'un principe général de correspondance réciproque entre réseaux électriques connu sous le nom de *principe de dualité* (2).

---

1. Dans le cas le plus simple, le quadripôle se compose d'un circuit oscillant unique, en sorte que

$$Y_1 = C\,D + G + \frac{1}{L\,D}, \qquad Y_2 = Y_3 = \infty, \qquad \frac{Y_3}{Y_2} = 1.$$

L'équation (14) s'écrit alors

$$\frac{1}{\eta k + 1}\left(C\,D + G + \frac{1}{L\,D}\right)e = -\frac{e}{\rho} + \beta\,\frac{e^2}{2} + \gamma\,\frac{e^3}{3}$$

et en la dérivant une fois on retrouve bien l'équation (11), un peu généralisée par l'hypothèse d'une caractéristique dyssymétrique ($\beta \neq 0$).

2. Ce principe, qui remonte, au fond, à Maxwell, revient à intervertir les rôles de l'énergie électrostatique $\frac{1}{2}\,Cv^2$ et de l'énergie électromagnétique $\frac{1}{2}\,Li^2$,

D'après ce principe, on fait correspondre à tout couple de dipôles connectés en série un couple de dipôles connectés en parallèle et l'on intervertit les L et les C. De plus, on définit deux conducteurs ohmiques correspondants par leur résistance R dans l'un des réseaux, et par leur conductance $G = \frac{1}{R}$ dans l'autre. Par exemple, au réseau A de la figure 9, on fait correspondre le réseau B, et réciproquement. Dans ces conditions, les courants de l'un des réseaux sont donnés par le même système différentiel que les ten-

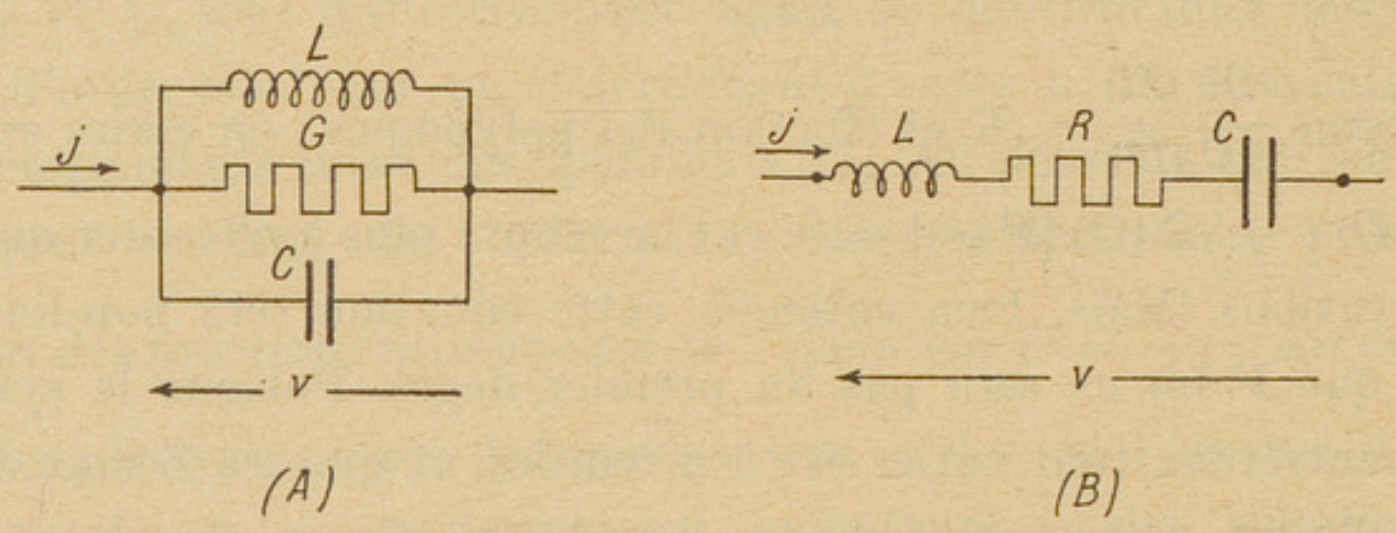


Fig. 9.

sions de l'autre réseau. Ainsi les réseaux A et B donnent lieu aux équations :

$$j = C\frac{dv}{dt} + Gv + \frac{1}{L}\int v\,dt, \qquad (7)$$

$$v = L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C}\int i\,dt. \qquad (7\ bis)$$

Une source d'énergie continue dont la caractéristique est linéaire se correspond à elle-même par dualité ; on peut la représenter indifféremment par une source à tension constante E, en série avec sa résistance intérieure $R_0 = \frac{E}{I}$, ou par une source à courant constant I, shuntée par la conductance $G_0 = \frac{I}{E}$.

Comme il est plus usuel de représenter, dans les schémas,

---

ou encore du champ électrique E et du champ magnétique H. Il a été très clairement exposé par H. Sire de Vilar en 1901, ainsi que son application aux dynamos et aux machines synchrones [3]. M. Darrieus en a fait récemment une application remarquable à des modèles mécaniques [17].

des sources à tension constante, nous représenterons comme il suit (fig. 10) un relais irréversible à courant de commande i. Si nous fermons ce relais sur lui-même à travers une branche résonante L, R, C, nous obtenons un système qui satisfait à l'équation

$$L \frac{d^2 i}{d t^2} + (R + o + \eta h \rho) \frac{d i}{d t} + \frac{i}{C} = 0 \quad (8\ bis)$$

(avec $g = \lambda i$, $h = \lambda v_0$), identique, aux notations près, à l'équation (8), et qui conduit aux mêmes remarques.

L'autooscillateur auquel nous sommes ainsi parvenu contient

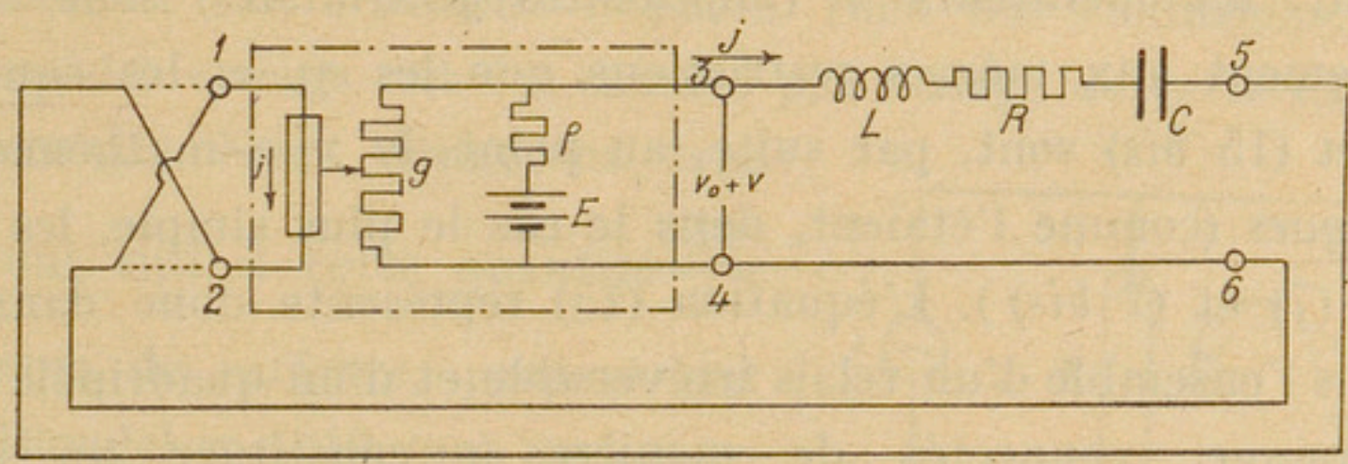


Fig. 10.

essentiellement, comme celui de la figure 3, un relais ou tripôle actif ; mais la grandeur de commande est ici un courant traversant une résistance négligeable, agissant par conséquent par son champ magnétique.

Ceci suggère de remplacer le schéma de la figure 10 par celui de la figure 11, qui confirme que nous avons affaire, en principe, à un dispositif du type *magnétron* (A. W. Hull) [12]. Toutefois l'analogie n'est pas absolue, car le magnétron de Hull est à liaisons intermittentes (1).

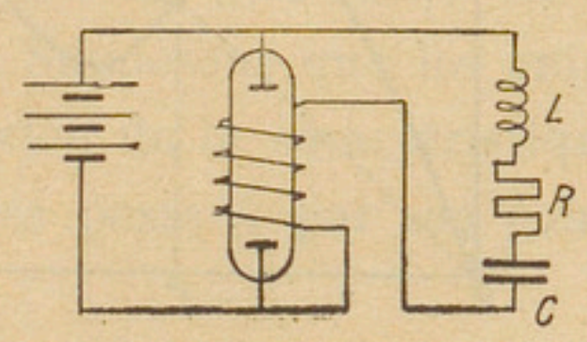


Fig. 11.

Naturellement il y a lieu, comme pour le relais à tension de commande, d'introduire la double cour-

1. Dans l'oscillateur représenté sur la figure 3, le renversement des connections est seulement schématique et doit, en pratique, être réalisé au moyen d'une inductance mutuelle (figure 6). Dans l'oscillateur de la figure 11, au contraire, on peut effectivement intervertir les connexions de la bobine de champ.

bure de la caractéristique composée pour expliquer la limitation de l'amplitude des oscillations. Enfin l'on peut également coupler les circuits d'entrée et de sortie du relais à l'aide d'un quadripôle passif quelconque. On aboutit ainsi à l'équation :

$$\frac{\mathfrak{Z}_3\,\mathfrak{Z}_1}{\mathfrak{Z}_3 + \eta\, h\, \mathfrak{Z}_2}\, i = H\,(i), \qquad (15\ bis)$$

correspondant à l'équation (15).

Mais, les L d'un réseau passif étant soumis aux mêmes restrictions que les C, et les G étant positifs quand leurs inverses R le sont, les opérateurs $\mathfrak{Z}$ (*impédances généralisées*) sont soumis exactement aux mêmes restrictions que les $\mathfrak{y}$, et les équations (15) et (15 *bis*) sont, par suite, au point de vue mathématique, *identiques* (comme l'étaient, dans le cas le plus simple, les équations (7) et (7 *bis*)). L'équation (15) représente donc dans tous les cas l'ensemble d'un relais irréversible et d'un quadripôle passif quelconque, connectés de manière à constituer un circuit unique.

9. Les conducteurs à résistance variable que nous avons utilisés jusqu'ici (résistance filament-plaque d'une triode, ou conductance d'un tube du genre magnétron) avaient une caractéristique (i_a — v_a) de pente toujours positive (fig. 4). On disposait de plus un paramètre de commande dont l'action sur la résistance $e_a : i_a$ était la condition essentielle du fonctionnement du tube en relais.

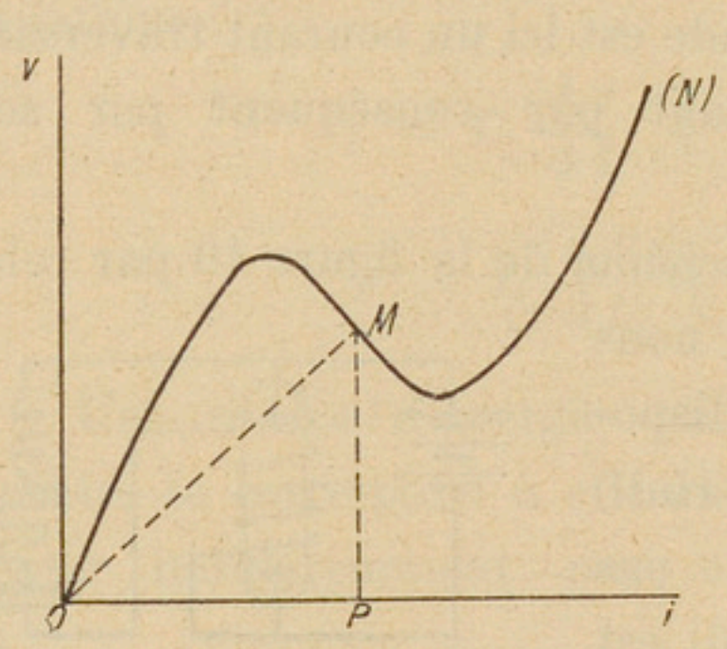


Fig. 12.

Nous allons montrer qu'il est possible de constituer des systèmes autoentretenus sans relais, c'est-à-dire sans résistance variable à électrode de commande. Mais il faut pour cela que le conducteur à résistance variable présente une *caractéristique* (i, v) *tombante*.

Considérons un conducteur présentant la caractéristique

(N) de la figure 12. En un point quelconque M de cette caractéristique, le conducteur présente une *résistance*

$$\frac{v}{i} = \frac{\overline{PM}}{\overline{OP}}$$

essentiellement positive, car nous supposons que ce conducteur ne contient aucune source d'énergie. Mais, en tout point de la branche tombante de (N), on a : $\frac{dv}{di} < 0$. Cette quantité $\frac{dv}{di}$ a les dimensions physiques d'une résistance, aussi l'appelle-t-on fréquemment une *résistance négative*. Bien des confusions, parfois même des erreurs ont été causées par l'usage de cette expression incorrecte. Nous donnerons dans ce qui suit à cette quantité $\frac{dv}{di}$ le nom de *variance*, proposé par M. Blondel en 1919 dans un important mémoire (1) [9].

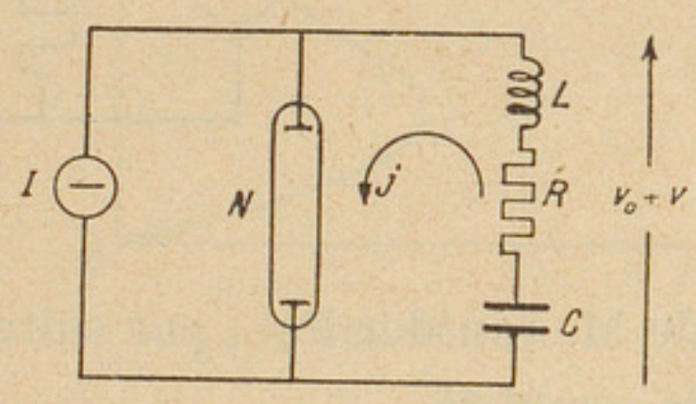


Fig. 13.

Envisageons d'abord, pour simplifier, un système composé d'une source à intensité I constante, d'un conducteur présentant une caractéristique de la forme (N) (nous dirons, pour abréger, un conducteur *nord*) et d'une branche résonante L, R, C, montés en parallèle (fig. 13). La différence de potentiel aux bornes de N à l'instant t aura pour expression $v_0 + v$. Supposons que les grandeurs I, v_0 correspondent au point d'inflexion de la caractéristique (N) et que celle-ci, rapportée à des axes passant par son point d'inflexion, ait pour équation

$$v = -\rho i + \gamma \frac{i^3}{3}.$$

Dans ces conditions, il circulera, dans le circuit composé des élé-

1. L'expression *résistance négative* est, au contraire, correcte dans le cas d'une dynamo série ou d'un organe ayant des propriétés analogues.

ments N, L, R, C *en série*, un courant $j = \frac{dq}{dt}$ qui satisfera à l'équation

$$v + L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = 0,$$

ou bien

$$L\frac{d^2 i}{dt^2} - (\rho - R)\frac{di}{dt} + \gamma i^2 \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0.$$

Cette équation est de nouveau équivalente à l'équation (12)

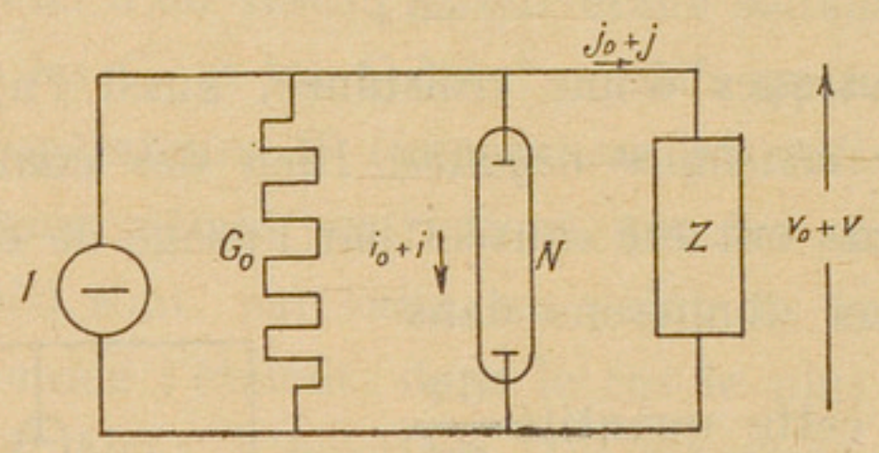


Fig. 14.

de M. van der Pol ; par suite, le système oscillera à condition que la quantité

$$\varepsilon = (\rho - R)\sqrt{\frac{C}{L}}$$

soit positive.

Toutefois, si nous voulons avoir affaire à un système fermé, la source d'énergie présentera nécessairement une conductance intérieure finie G_0. Généralisons encore notre problème en mettant à la place de la branche L, R, C un *réseau passif quelconque*, pourvu de deux bornes (dipôle) et défini par son *impédance généralisée* $\mathfrak{Z}(D)$. Le système (fig. 14) composé de la source (I, G_0), du conducteur N et du dipôle $\mathfrak{Z}$, montés en parallèle, satisfera en régime variable aux équations :

$$\begin{cases} G_0 v + i + j = 0, \\ -\rho i + \gamma \frac{i^3}{3} = \mathfrak{Z} j, \end{cases}$$

d'où, en éliminant j et v :

$$-\frac{i}{G_0 + \frac{1}{\mathfrak{Z}}} = -\rho i + \gamma \frac{i^3}{3}. \qquad (16)$$

Or le coefficient de $-i$ est l'impédance $\mathfrak{Z}_1$ de $\frac{1}{G_0}$ et de $\mathfrak{Z}$ en parallèle ; l'équation (16) peut donc s'écrire :

$$-\mathfrak{Z}_1 i = H(i),$$

ce qui, comme on voit, n'est qu'un cas particulier de l'équation (15 bis).

D'autre part, il ne peut exister que deux formes de caractéristiques présentant *une seule branche tombante* : la forme en N (nord) représentée sur la figure 12, et la forme en S (*sud*) représentée sur la figure 15. Il est clair que deux organes présentant respectivement ces deux formes de caractéristique se correspondent par dualité, et que, si nous montons en série (fig. 16) une source (E, R_0), un conducteur S et un dipôle passif défini par son admittance généralisée $\mathfrak{y}$, la partie variable v de la tension aux bornes du conducteur S satisfera à l'équation

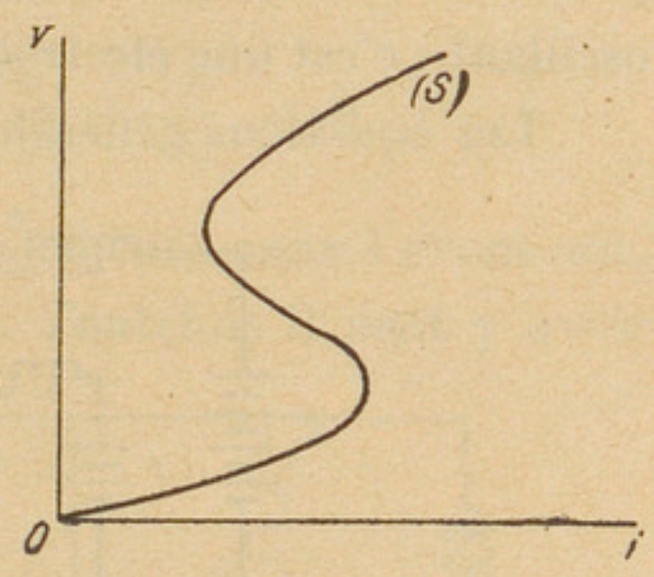


Fig. 15.

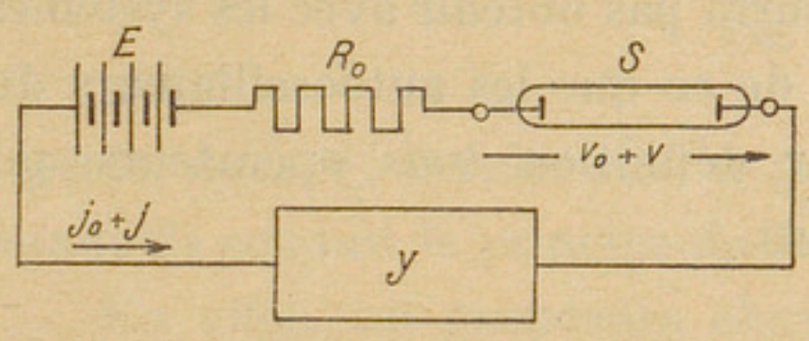


Fig. 16.

$$-\mathfrak{y}_1(v) = F(v), \quad (17)$$

cas particulier de l'équation (15).

Il est donc possible de constituer un système auto-entretenu, soit à l'aide d'un conducteur de variance toujours positive, mais dont la résistance soit commandée par une troisième électrode ; soit à l'aide d'un conducteur sans électrode de commande, mais dont la variance soit négative dans un certain domaine. Chacun de ces deux types peut lui-même être réalisé de deux façons différentes (dualité). La lampe

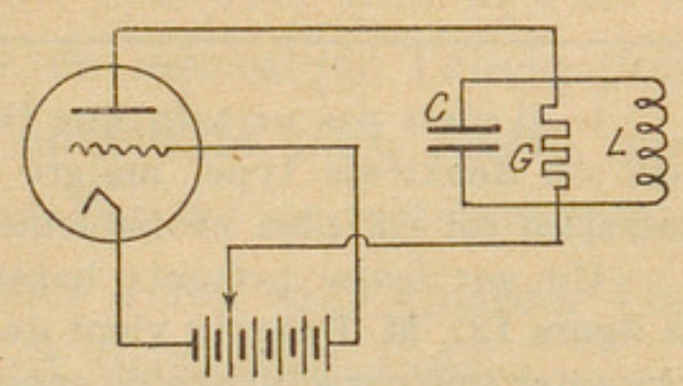


Fig. 17.

triode oscillatrice et le magnétron sont deux exemples opposés de système autoentretenu du premier type ; le dynatron de A. W. Hull (fig. 17) [13] et l'amplificateur à vapeur de mercure de M. Marius Latour [6] utilisé comme oscillateur (fig. 18) [8] sont deux exemples opposés de système autoentretenu du second type. On pourrait croire, à un examen rapide, que ces deux derniers systèmes possèdent une troisième électrode de commande ; mais il faut bien observer que cette électrode est portée à un potentiel fixe et n'intervient pas dans le régime oscillant : c'est une électrode *de réglage* (1).

Les équations générales des autooscillateurs de ces deux types

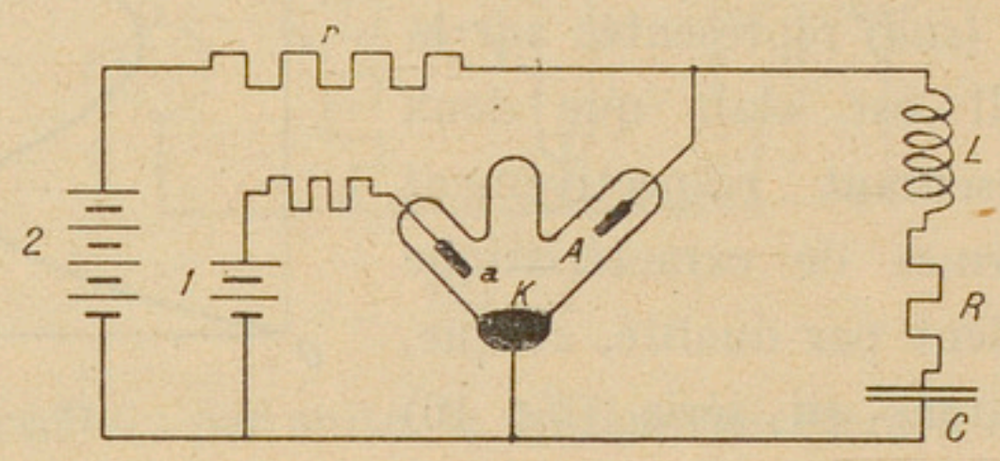


Fig. 18.

(15) et (17) montrent que les systèmes à relais (15) peuvent présenter des régimes que l'on ne pourra pas obtenir avec les systèmes (17) nord ou sud. Cela provient de ce que les autooscillateurs du premier type exigent pour leur définition *trois* opérateurs $\mathfrak{y}$; ceux du second type, *un* seulement.

Deuxième partie.

10. Les remarques suivantes s'appliquent à des autooscillateurs ayant pour équation réduite :

$$y'' - \varepsilon (1 - y^2) y' + y = 0. \qquad (12)$$

---

1. Il n'est pas certain que l'*arc chantant* de Duddell soit un autooscillateur du deuxième type, malgré l'aspect de son schéma de montage; son entretien est dû plus probablement à un phénomène d'hystérésis.

Un *gaz ionisé* présente habituellement une caractéristique nord (cas de la figure 12). M. Penning vient de montrer qu'un même tube d'hélium pouvait présenter une caractéristique compliquée, de forme N dans une certaine région et de forme S dans une autre [23].

Qu'il s'agisse d'un oscillateur du premier type que nous avons décrit (relais avec réaction) ou du second type (dipôle à caractéristique N ou S), nous avons vu que deux schémas électriques de chaque type, se correspondant par dualité, conduisaient à l'équation (12). Un courant i pour l'un des schémas, une tension e pour l'autre, satisfont à une équation physique dont les coefficients ont les dimensions indiquées ci-après :

$$L \frac{d^2 i}{d t^2} + R \left(1 - \frac{i^2}{i_0^2}\right) \frac{d i}{d t} + \frac{i}{C} = 0,$$

$$C \frac{d^2 v}{d t^2} + G \left(1 - \frac{v^2}{v_0^2}\right) \frac{d v}{d t} + \frac{v}{L} = 0.$$

Ces considérations s'appliquent également, nous l'avons dit, à des oscillateurs purement mécaniques. Toutefois il peut y avoir

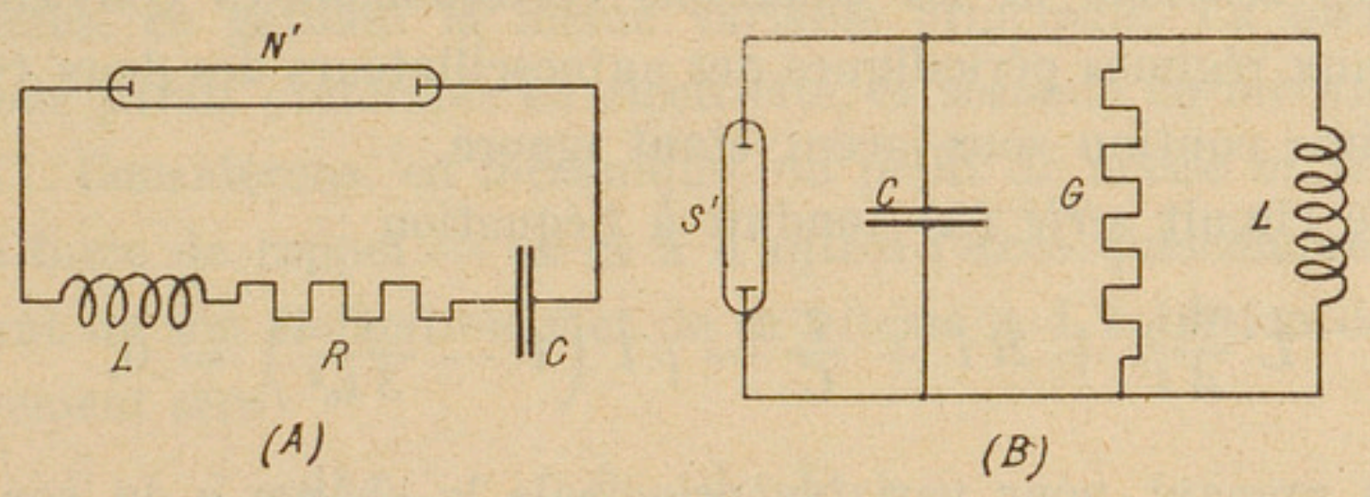


Fig. 19.

intérêt, dans ce dernier cas, à présenter différemment les calculs auxquels conduit le principe de dualité.

En effet, les grandeurs électriques « courant » et « tension » ont pour correspondantes les grandeurs mécaniques « vitesse » et « force ». De plus, le courant et la vitesse sont respectivement les dérivées de la charge électrique et de l'élongation. Or, si en électricité il est loisible de prendre pour variable principale le courant ou la tension, qui ne tombent sous nos sens ni l'un ni l'autre, et de les intervertir à volonté, en mécanique l'élongation, la distance de l'organe mobile que l'on étudie à un repère fixe, s'impose comme variable principale, et l'on ne saurait faire jouer à une vitesse le rôle d'une force et vice versa sans choquer l'intuition physique, que l'on se proposait justement d'aider.

Ceci conduit à rechercher quelles formes prennent les équa-

tions des circuits simplifiés (A) et (B) (fig. 19) lorsqu'on prend dans les deux cas pour variable principale une charge électrique.

Dans le circuit *série* (A), N' représente non pas un conducteur passif, dont la caractéristique ait la forme de la figure 12, mais un organe actif, schématisé, imposant au courant i et à la tension v, de valeurs moyennes zéro, de satisfaire à la relation :

$$v = -\rho\, i \left(1 - \frac{i^2}{3\, i_0^2}\right). \qquad (\mathrm{N}')$$

De même dans le circuit *shunt* (B), S' représente un organe imposant la relation :

$$i = -\sigma v \left(1 - \frac{v^2}{3\, v_0^2}\right). \qquad (\mathrm{S}')$$

Ces schémas et les équations correspondantes conviennent donc aux régimes périodiques des autooscillateurs des deux types, le régime continu sous-jacent étant ignoré.

Le circuit *série* (A) conduit à l'équation :

$$L \frac{\mathrm{d}\, i}{\mathrm{d}\, t} + R\, i + \frac{q}{C} - \rho\, i \left(1 - \frac{i^2}{3\, i_0^2}\right) = 0,$$

ou, en prenant pour variable principale la charge q du condensateur C :

$$L \frac{\mathrm{d}^2 q}{\mathrm{d}\, t^2} - (\rho - R) \frac{\mathrm{d}\, q}{\mathrm{d}\, t} + \frac{\rho}{3\, i_0^2} \left(\frac{\mathrm{d}\, q}{\mathrm{d}\, t}\right)^3 + \frac{q}{C} = 0. \qquad (18)$$

C'est précisément l'équation que Lord Rayleigh, employant d'ailleurs, on le remarquera, le langage mécanique, avait posée de prime abord pour rendre compte du fonctionnement d'un autooscillateur (par. 2).

Le circuit *shunt* (B) conduit à l'équation :

$$C \frac{\mathrm{d}\, v}{\mathrm{d}\, t} + G v + \frac{\int v\, \mathrm{d}\, t}{L} - \sigma v \left(1 - \frac{v^2}{3\, v_0^2}\right) = 0,$$

ou, en prenant pour variable principale la charge $q = Cv$ du condensateur C :

$$C \frac{\mathrm{d}^2 q}{\mathrm{d}\, t^2} - (\sigma - G) \frac{\mathrm{d}\, q}{\mathrm{d}\, t} + \frac{\sigma}{C^2 v_0^2}\, q^2 \frac{\mathrm{d}\, q}{\mathrm{d}\, t} + \frac{q}{L} = 0.$$

C'est l'équation étudiée par M. van der Pol et que nous avons seule considérée jusqu'ici.

L'équation (18) se ramène, par un changement d'unités, à l'équation réduite :

$$z'' - \varepsilon \left(z' - \frac{z'^3}{3} \right) + z = 0, \qquad (19)$$

qui, au point de vue mathématique, ne diffère pas de l'équation (12), puisqu'il suffit de poser $z' = y$ pour retrouver cette dernière.

On voit donc qu'étant donné deux autooscillateurs équivalents se correspondant par dualité, on peut ou bien, comme le fait M. van der Pol, leur faire correspondre la même équation différentielle, avec des variables principales différentes ; ou bien, comme nous venons de le faire, leur faire correspondre deux équations distinctes, en gardant la même variable principale. La première méthode paraît préférable en électricité, la seconde en mécanique.

11. Considérons, en mécanique, un point de masse m, soumis à une force de rappel $-sx$ et à d'autres forces quelconques dépendant de son élongation x et de sa vitesse v. L'équation de son mouvement sera

$$m \frac{d^2 x}{d t^2} + F\left(x, \frac{d x}{d t}\right) + s x = 0.$$

Portons en abcisses la grandeur $\sqrt{\frac{s}{2}}\, x$ et en ordonnées $\sqrt{\frac{m}{2}}\, v$. Le point figuratif M que nous obtenons ainsi à l'instant t décrit, lorsque t varie, une courbe intégrale de l'équation du premier ordre :

$$m v \frac{d v}{d x} + F(x, v) + s x = 0.$$

Nous pourrons choisir arbitrairement un point M_0 qui figurera nos conditions initiales, et il passera en général par ce point une courbe intégrale unique.

Cette courbe $\mathcal{C}$ (fig. 20) fournit du mouvement du point m une représentation très simple, puisque la vitesse de m est proportionnelle à l'ordonnée $\overline{mM}$. Il est clair que la courbe $\mathcal{C}$ est assujettie

à avoir une tangente verticale en ses points de rencontre avec sx (à moins que ce ne soient des points anguleux) ; elle est toujours décrite dans le sens indiqué.

On a :

$$\overline{OM}^2 = \frac{1}{2} s x^2 + \frac{1}{2} m v^2 = U + T,$$

La distance $\overline{OM}$ varie donc dans le même sens que la somme de l'énergie cinétique T et de l'énergie potentielle U. Les points de la courbe $\mathcal{C}$ pour lesquels le rayon vecteur OM est maximum ou minimum limitent par suite les arcs de $\mathcal{C}$ correspondant à des

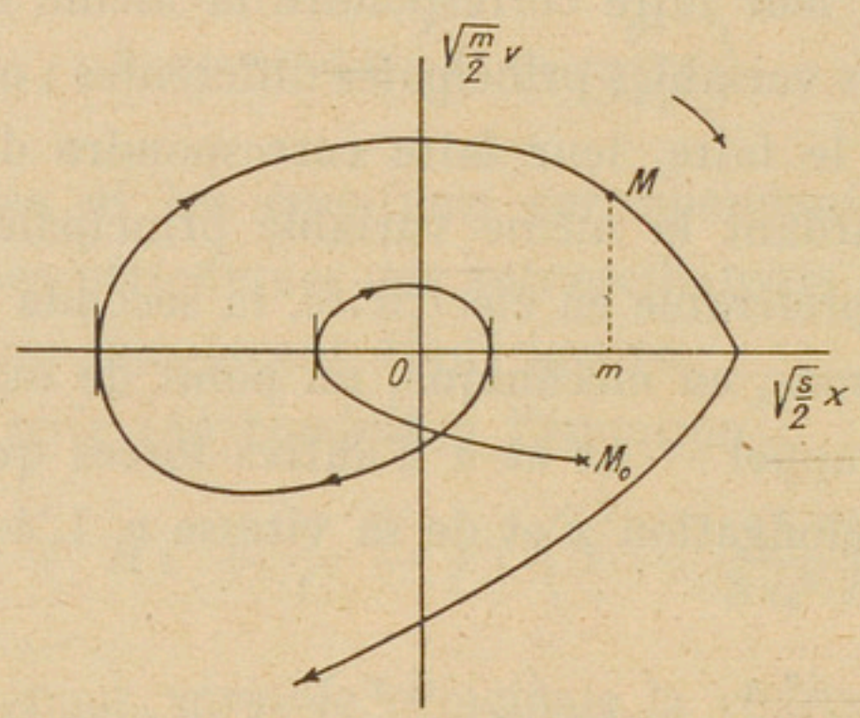


Fig. 20.

phases du mouvement de m pendant lesquelles l'énergie totale $U + T$ est continuellement croissante ou décroissante.

Supposons qu'il existe une courbe intégrale $\mathcal{C}$ fermée ; il lui correspondra un mouvement périodique de m, et réciproquement. Supposons la fonction F telle que $\mathcal{C}$ n'ait pas de point anguleux et soit *symétrique* par rapport au point O. Le cas le plus simple qui puisse se présenter est celui d'une circonférence de centre O ; il correspond à l'équation $m \frac{d^2 x}{d t^2} + s x = 0$; il n'y a pas d'énergie dissipée, ni non plus d'entretien.

Si la courbe $\mathcal{C}$ n'est pas une circonférence, on pourra la diviser, dans nos hypothèses, au moins en quatre arcs, sur lesquels l'énergie $U + T$ sera successivement croissante puis décroissante. Soient A et A' les points d'élongation maximum atteints

par m ; ils appartiendront à des arcs de l'une ou de l'autre espèce [1]. Les systèmes autoentretenus symétriques les plus simples sont donc de deux types : celui où l'énergie totale du système s'accroît aux extrémités de l'oscillation et se dissipe vers son milieu, et celui où l'énergie totale s'accroît au milieu de l'oscillation et se dissipe aux extrémités.

Nous pressentons que ces deux types vont se correspondre par dualité.

12. Considérons, en effet, l'équation (20) d'un circuit *série*

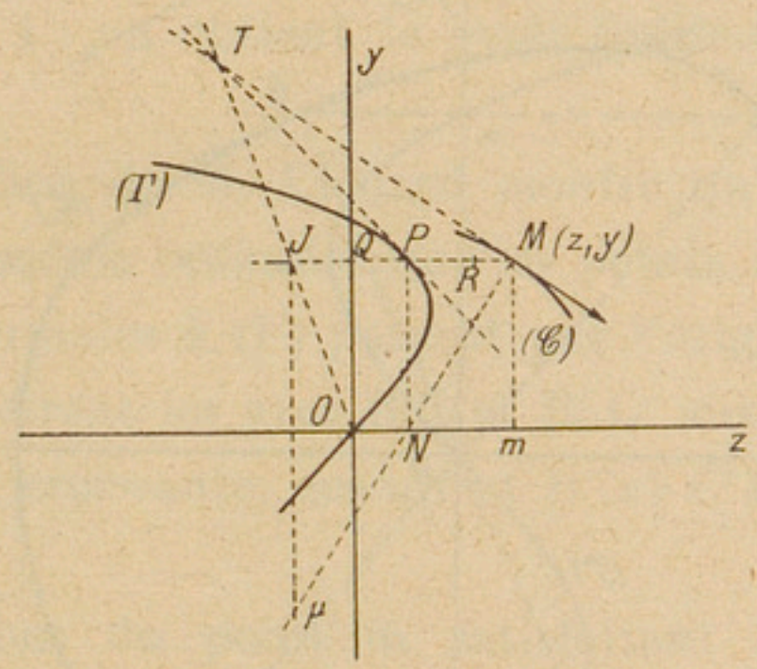


Fig. 21.

N, L, R, C (équation (19) généralisée) :

$$z'' + F(z') + z = 0, \tag{20}$$

ou, en posant $z' = y$:

$$y \frac{dy}{dz} + F(y) + z = 0. \tag{21}$$

Soit (Γ) la courbe $z = -F(y)$; on a :

$$\overline{PQ} = F(y).$$

Soit MN la normale à la courbe intégrale passant en M (z, y)

1. On démontre facilement, en effet, sur l'équation $x + F(x, y) + x = 0$, que le rayon de courbure de $\mathcal{C}$, aux points ou y est nul, est égal à $F(x, 0) + x$. Pour les systèmes autoentretenus les plus simples, la fonction $F(x, y)$ s'annule avec y ; le centre de courbure est alors à l'origine, et aux points A et A' l'énergie totale n'est ni maximum ni minimum.

On a :

$$\overline{mN} = y\,\frac{dy}{dz}.$$

L'équation (21) s'écrit donc :

$$\overline{mN} + \overline{PQ} + \overline{Om} = 0,$$

d'où résulte : $\overline{PQ} = \overline{NO}$, c'est-à-dire que la normale à la courbe intégrale en M s'obtient en menant une parallèle à Oz jusqu'à

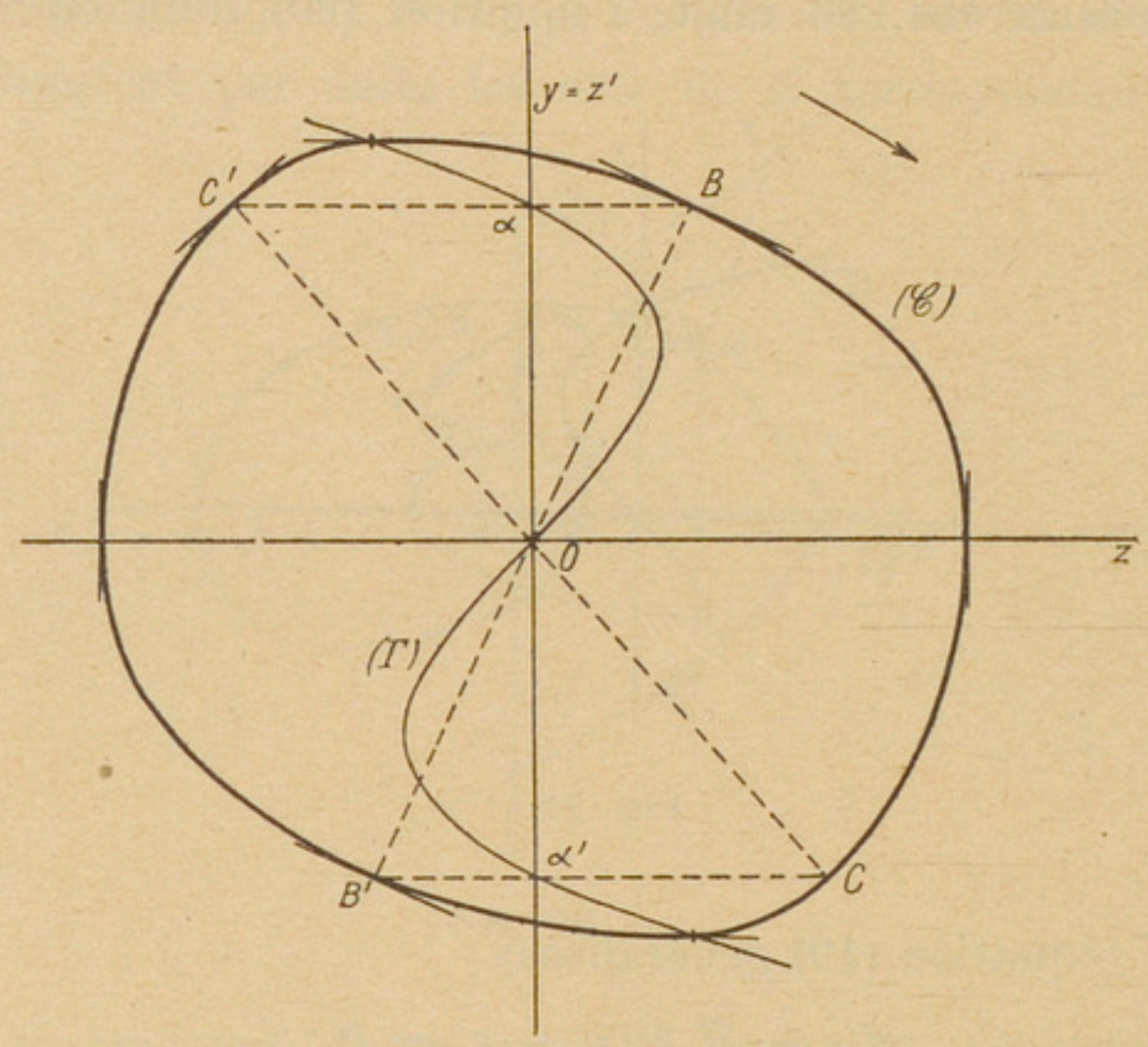


Fig. 22.

sa rencontre en P avec (Γ), et en joignant M à la projection N de P sur Oz (fig. 21).

Il est donc tout à fait facile, étant donné une caractéristique quelconque (Γ) et des conditions initiales arbitraires représentées par un point M_0 du plan, de construire de proche en proche la courbe intégrale passant par le point M_0 qui représente le mouvement, passé et futur, du point m. Cette méthode est due à M. Liénard [16].

On peut même obtenir le centre de courbure en un point quelconque d'une courbe intégrale de la manière suivante : la tangente à (Γ) en P et la tangente à (𝒞) en M se rencontrent en T ; les droites OT, MP se rencontrent en J ; le centre de courbure

μ cherché est sur la normale MN et a même abcisse que J. Cette construction a été donnée par M. M. d'Ocagne [14].

Ayant construit ainsi quelques courbes intégrales, on détermine avec une assez bonne approximation la courbe intégrale fermée de laquelle toutes les autres s'approchent indéfiniment, lorsqu'elle existe (*cycle limite*).

Par exemple, prenons l'équation :

$$z'' - \varepsilon \left(z' - \frac{z'^3}{3}\right) + z = 0 \qquad (19)$$

dans le cas $\varepsilon = 1$; on obtient le cycle limite représenté à la figure 22.

La construction de M. Liénard montre qu'aux points B, C, B′ et C′, qui ont même ordonnée que les points α et α' où (Γ) rencontre Oy, les normales à (Γ) passent par l'origine. Ce sont donc les points qui séparent les arcs B C et B′ C′ sur lesquels l'énergie totale $U + T$ est croissante, des arcs C B′ et C′ B sur lesquels elle est décroissante.

Les oscillations du point m satisfaisant à l'équation (19) sont donc du type où l'énergie totale s'accroît aux extrémités du parcours et se dissipe vers son milieu. Pour rappeler le schéma électrique (N, L, R, C) correspondant, nous appellerons ces oscillations des *oscillations du type série.*

Portons à présent (fig. 21) $\overline{RM} = \overline{QP}$; à toute courbe intégrale de l'équation (21) décrite par M correspondra une courbe décrite par R. Posons que le point R est le point figuratif d'un second mouvement rapporté aux axes Oy, Ov de même sens que Oz, Oy et cherchons l'équation différentielle du mouvement. On a :

$$y = z', \qquad v = -z - F(y) = y',$$

d'où, en dérivant :

$$y'' + F'(y)\, y' + y = 0. \qquad (22)$$

En particulier, à l'équation (19) correspondra l'équation :

$$y'' - \varepsilon (1 - y^2)\, y' + y = 0, \qquad (12)$$

qui est celle d'un circuit *shunt* (S, C, G, L).

Nous avons ainsi le moyen de tracer les courbes figuratives

du mouvement correspondant, et le cycle limite en particulier. Les tangentes à ces nouvelles courbes s'obtiennent facilement, connaissant les tangentes aux anciennes et les tangentes à la caractéristique. (M. van der Pol avait déjà obtenu ces courbes, par la méthode des isoclines [15].)

Dans le cas, pris pour exemple, de $\varepsilon = +1$, nous obtenons ainsi le cycle limite $\mathcal{C}'$ (fig. 23). On voit, soit géométriquement, soit sur l'équation (12), que les normales aux points D, E, D', E'

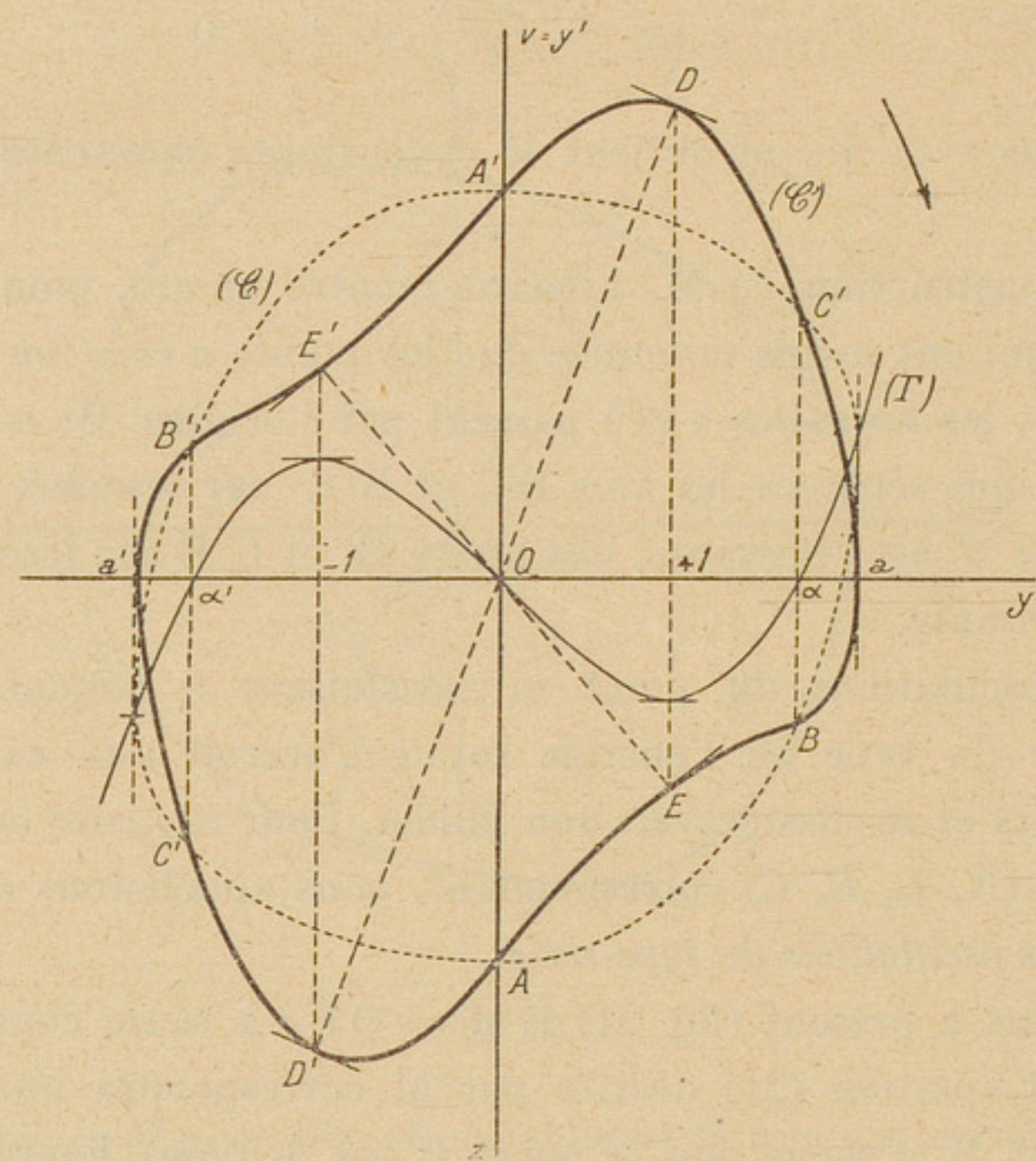


Fig. 23.

d'abcisse ± 1 passent par le point O, et qu'ainsi ces points séparent les arcs D E et D′ E′ sur lesquels l'énergie totale $U + T$ est décroissante, des arcs E′ D et E D′ sur lesquels elle est croissante.

Les oscillations du point m satisfaisant à l'équation (12) sont donc du type où l'énergie totale s'accroît au milieu du parcours et se dissipe à ses extrémités. Nous les appellerons des *oscillations du type shunt*, pour rappeler le schéma électrique correspondant (S, C, G, L).

Des cycles limites ($\mathcal{C}$) et ($\mathcal{C}'$), on peut déduire graphiquement

les formes des oscillations série et shunt en fonction du temps. On obtient les courbes de la figure 24 (toujours pour $\varepsilon = +1$). Ces formes diffèrent déjà nettement de celle d'une sinusoïde, et elles s'en écartent en sens contraires. Convenons d'appeler *aller* la portion de chaque demi-période du mouvement pendant laquelle le mobile m s'éloigne du centre, et *retour* celle pendant laquelle il s'en rapproche ; on voit que, pour une oscillation série, le retour est plus bref que l'aller ; pour une oscillation shunt, c'est l'inverse.

Les élongations de ces oscillations périodiques sont des fonctions du temps et du paramètre ε, que toutefois on ne sait pas cal-

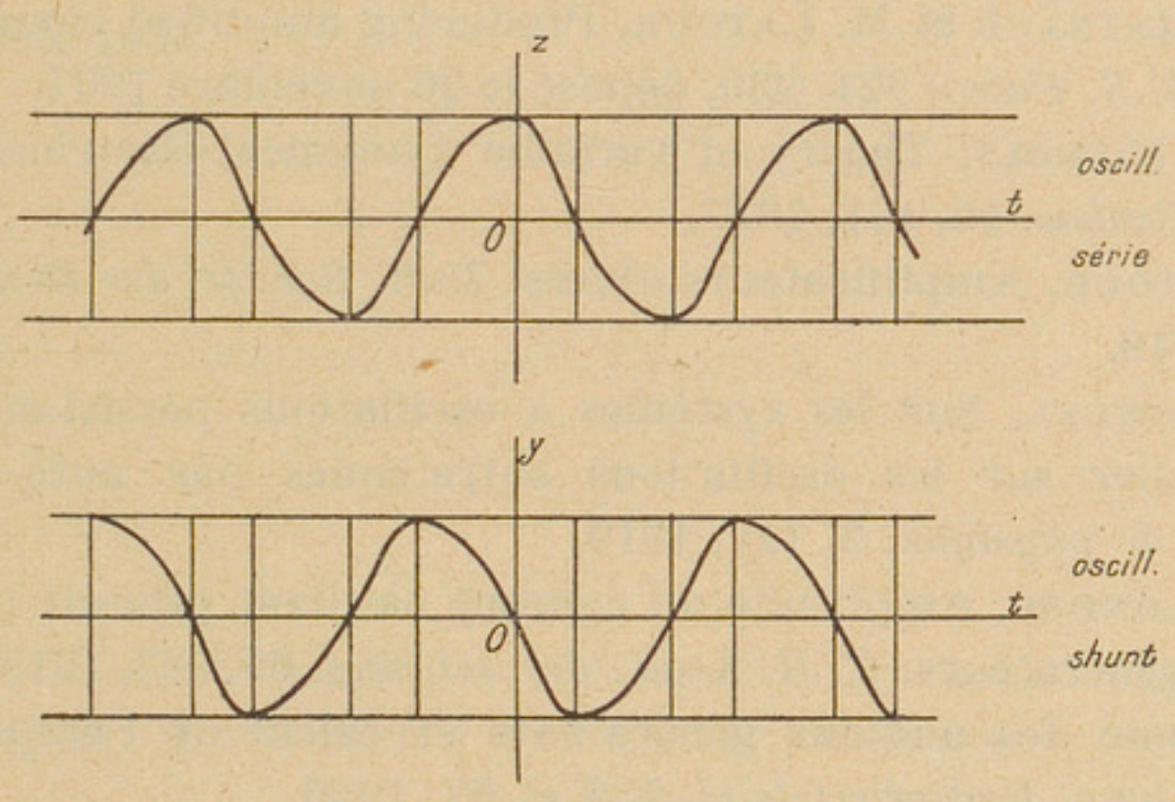


Fig. 24.

culer numériquement. On pourrait désigner ces fonctions par :

$$z = 2\,\mathcal{C}\,(\varepsilon\,;\,x)$$

et

$$y = -\,2\,\mathcal{S}\,(\varepsilon\,;\,x),$$

cette notation rappellant que $\mathcal{C}$ et $\mathcal{S}$ tendent vers des fonctions circulaires pour ε infiniment petit positif, et que $y = \dfrac{\mathrm{d}\,z}{\mathrm{d}\,x}$.

Ces fonctions, dont l'étude paraît devoir être très difficile, sont cependant les plus simples parmi celles qui sont susceptibles de représenter un mouvement périodique autoentretenu. C'est une illustration des plus nettes de cette remarque bien connue, que « la nature se joue des difficultés analytiques ».

Liste des travaux cités.

1. H. Poincaré, Mémoire sur les courbes définies par une équation différentielle. Deuxième partie. *Journal de Mathém. pures et appl.* 8, 251, 1882 ; et *Œuvres*, T. I, p. 44.
2. Lord Rayleigh, On maintained vibrations. *Phil. Mag.*, 15, 229, 1883.
3. H. Sire de Vilar, La dualité en électrotechnique. *Eclairage él.*, 27, 252, 1901.
4. H. Poincaré, Sur quelques théorèmes généraux relatifs à l'électrotechnique. *Eclairage él.*, 50, 293, 1907.
5. H. Barkhausen, Das Problem der Schwingungserzeugung. *Hirzel*, Leipzig, 1907.
6. E. Weintraub et M. Latour, Producing amplified current variations. *U.S. Patent* 921. 930, déposé le 26 novembre 1907.
7. H.W. Nichols, Theory of variable dynamical-electrical systems. *Phys. Review.* 10, 171, 1917.
8. M. Latour, Amplificateurs divers. *Bull. Soc. fr. des électriciens*, 9, 465, 1919.
9. A. Blondel, Sur les systèmes à oscillations persistantes, et en particulier sur les oscillations entretenues par auto-amorçage. *Journ. de physique*, 9, 117, 1919.
10. A. Blondel, Amplitude du courant oscillant produit par les audions générateurs. *C. R. Acad. des sciences*, 69, 943, 1919 ; Théorie graphique des audions générateurs et calcul de l'amplitude des oscillations. *Radioélectricité*, 1, 7 et 63, 1920.
11. B. van der Pol, A theory of the amplitude of free and forced triode vibrations. *Radio Review*, 1, 701, 1920.
12. A. W. Hull, *Physical Review*, 17, 539, 1921 et 18, 31, 1921.
13. A. W. Hull, *Physical Review*, 19, 533, 1922.
14. M. d'Ocagne, Sur les adjointes infinitésimales des courbes planes. *Bulletin Soc. mathém. de Fr.*, 52, 150, 1924.
15. B. van der Pol, Ueber Relaxationsschwingungen. *Zeitschr. f. Hochfr.*, 28, 178, 1926 et 29, 114, 1927.
16. A. Liénard, Etude des oscillations entretenues. *Rev. gén. d'électr.* 901 et 946, 1926 ; Oscillations auto-entretenues. *Comptes-Rendus du IIIe Congrès international de mécanique appliquée* (Stockholm), 3, 173, 1930.
17. M. Darrieus, Les modèles mécaniques en électrotechnique, leur application aux problèmes de stabilité. *Bull. Soc. fr. des électriciens*, 9, 794, 1929.
18. R. L. Wegel, Theory of vibration of the larynx, *Bell system techn. Journal*, 9, 207, 1930.

19. B. VAN DER POL. Oscillations sinusoïdales et de relaxation. *L'Onde électrique*, 9, 293, 1930.

20. PH. LE CORBEILLER, Sur les oscillations des régulateurs. *C. R. du IIIe Congrès int. de Mécan. appl.* 3, 205, 1930 ; Over de trilligen van regulateurs en van triodelampen. *Tijds. v. h. Nederl. Radiogenootschap*, 5, 39, 1931.

21. PH. LE CORBEILLER, Les systèmes autoentretenus et les oscillations de relaxation (Conférences du Conservatoire des Arts et Métiers) *Hermann*, Paris, 1931.

22. M.J.O. STRUTT, Ueber die Admittanz linearer Schwingungssysteme. *Annalen der Physik*, 10, 244, 1931.

23. F. M. PENNING, Anomalous variations of the sparking potential as a function of p_0d. *C. R. de l'Ac. royale des sciences d'Amsterdam*, 34, 1305, 1931.

INFORMATIONS.

Aviation postale. — Pendant l'année 1931, les lignes d'aviation commerciale françaises ou étrangères utilisées par l'administration française des Postes pour la transmission du courrier ont transporté 59.848 kilos de correspondances, contre 49.599 kilos en 1930 et 40.748 en 1929. L'accroissement du trafic expédié de France par la voie aérienne est donc de 20,66 % en 1931.

La participation de la France à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — I. *Nouveaux circuits internationaux mis en service.* — Les principaux sont les suivants : Paris-Londres nos 28, 29, 30, 31, 32, 33, Marseille—Londres no 1, Paris—Prague no 2, Paris—Hambourg no 4, Paris—Charleroi, no 1, Paris—Gand no 2, Paris—Liège no 2, Strasbourg—Cologne no 1, Mulhouse—Sarrebruck no 1, Longwy—Liège no 1, Paris—Bucarest no 1, Paris—Berlin no 9, Grenoble—Genève no 1, Paris—Malmö no 2, Paris—Varsovie no 1, Paris—Copenhague no 1, Aix-les-Bains—Genève nos 1 et 2.

D'autre part, les circuits Paris—Genève nos 1, 2, 3, 4, 5 et 6, Paris—Lausanne no 2, Marseille—Genève, Lyon—Genève nos 1, 2, 3, 4 et Lyon—Zurich nos 1 et 2 ont été mis en câble, par suite de la mise en service du câble Lyon—Genève.

II. *Extension des relations téléphoniques internationales.* — a) Relations européennes. — Depuis le 1er avril 1931, l'échange des conversations téléphoniques est autorisé entre tous les réseaux français et allemands.

Depuis le 1er septembre 1931, les mêmes facilités de communications ont été accordées avec la Pologne.

Le 1er avril 1931, ont été ouvertes les relations téléphoniques entre la France et les bureaux de la 3e zone tchécoslovaque.

Le 5 mai 1931, les échanges téléphoniques ont été autorisés entre la France et un certain nombre de réseaux roumains.

En novembre 1931, ont été échangées les premières conversations téléphoniques avec les îles Baléares.

b) Relations extra-européennes. — Le service téléphonique avec le Maroc, qui, au début, ne fonctionnait que le matin, est ouvert aussi l'après-midi depuis le 1er mars 1931.

Le 16 avril 1931, ont été inaugurées les relations téléphoniques avec les îles Canaries.

Les relations avec l'Australie ont été étendues aux provinces de Nouvelle-Galle du Sud, Victoria, Queensland, Australie méridionale à partir du 1er mai 1931. Depuis le 15 décembre 1931, les communications sont également autorisées avec la Nouvelle-Zélande.

Depuis le 5 mai 1931, certains bureaux de l'Uruguay et du Chili ont été ouverts au service téléphonique avec l'Europe.

A titre d'essai, des conversations téléphoniques ont été échangées à partir du mois d'octobre 1931 entre la Bolivie, le Siam et la France, par Berlin.

A l'occasion des deux premiers voyages du paquebot «Atlantique», en octobre dernier, entre Bordeaux et Buenos-Aires, un service radiotéléphonique d'essai a fonctionné entre ce paquebot et la France continentale.

III. *Facilités accordées au public ; réductions de tarifs.* — Depuis le 1er mars 1932, les taxes téléphoniques avec Rio de Janeiro ont été abaissées de 772f,50 à 750 francs.

A partir du 1er avril 1931, les taxes franco-allemandes ont été modifiées sur les bases recommandées par le Comité consultatif international. Dans les relations avec l'Allemagne et ses au-delà (Danemark, Danzig, Estonie, Finlande, Lettonie, Lithuanie, Norvège, Pologne, Suède, Tchécoslovaquie), la France est divisée maintenant en six zones au lieu de trois. L'Allemagne, dans ses relations avec la France, comprend sept zones au lieu de quatre. D'une façon générale, pour une même communication, les taxes téléphoniques franco-allemandes sont inférieures à ce qu'elles étaient avant le 1er avril 1931.

A partir du 1er juillet 1931, la taxe des conversations téléphoniques avec l'Indo-Chine a été réduite de 555 à 450 francs.

Les taxes franco-danoises ont été réduites, à partir du 10 novembre 1931, de 5 francs par unité de conversation.

IV. *Liste des pays avec lesquels la France est en relations téléphoniques.* — 1° Europe : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Danzig, Espagne, Estonie, Finlande, Gibraltar, Grande-Bretagne, Hongrie, Italie, Lettonie, Lithuanie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Sarre, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Yougoslavie.

2° Pays hors d'Europe : Afrique : Maroc (zone française), Maroc (ville de Ceuta, zone espagnole), Canaries ;

Amérique du nord : Canada, Etats-Unis et Cuba, Mexique ;

Amérique du sud : Argentine, Brésil, Chili, Uruguay ;

Asie : Indo-Chine française ;

Océanie : Australie, Indes néerlandaises, Nouvelle-Zélande.

Sur les circuits aboutissant à Paris, les attentes supérieures à 30 minutes aux heures les plus chargées (de 9 heures à 12 heures) sont plutôt rares et de nouveaux circuits sont projetés, d'accord avec les administrations étrangères, dans les directions où la constitution de nouveaux circuits apparaît nécessaire.

Paris est d'ailleurs maintenant relié directement par circuits en câbles souterrains avec les capitales des principaux pays d'Europe, sauf Belgrade, et la suppression de bureaux intermédiaires dans les relations à grande distance a rendu celles-ci plus rapides.

Ostende est maintenant relié par deux circuits à Dunkerque et par deux autres à Lille, de telle sorte que Boulogne-sur-mer, qui peut emprunter l'une ou l'autre voie, n'a plus à supporter d'attente avec Ostende.

Un quatrième circuit Paris—Hambourg a été mis en service le 21 février 1931, et il n'est plus constaté d'attente avec cette ville.

Paris, qui était, jusqu'en 1930, relié avec l'Italie par trois circuits en partie aériens et souvent atteints de dérangements, dispose maintenant de cinq circuits, dont deux en câbles souterrains (Paris—Milan et Paris—Rome).

Quatre circuits de Paris avec Madrid et trois avec Barcelone permettent l'écoulement sans attente du trafic téléphonique avec l'Espagne.

Le nouveau réseau émetteur français de radiodiffusion. — Le parlement français a voté, au budget dernier, les crédits nécessaires à la réfection et au réaménagement du réseau émetteur de radiodiffusion de l'État. L'administration des postes et télégraphes, chargée d'en assurer l'organisation et l'exploitation, a fait procéder aux études préliminaires, en vue de l'exécution des travaux, qui vont être entrepris à brève échéance.

L'idée directrice qui a présidé à ces études est double :

1° Assurer, en tout point du territoire national, la captation des grandes manifestations d'intérêt régional, national ou international dont il peut être le siège, en vue d'en assurer la radiodiffusion ;

2° Assurer une diffusion régionale, nationale ou internationale, suivant les cas, de ces diverses manifestations.

Le programme se trouve alors ainsi schématisé :

1° Réalisation d'un réseau téléphonique spécialement affecté à la radiodiffusion, couvrant le territoire de mailles assez serrées pour pouvoir draîner vers les dispositifs émetteurs français ou étrangers les manifestations locales de l'activité artistique ou intellectuelle.

2° Etablissement, sur le territoire national, d'un réseau de poste émetteurs capable d'assurer convenablement le service public de radiodiffusion.

Le réseau émetteur. — L'étude de l'organisation du réseau émetteur a été confiée à une commission de techniciens et de savants, membres de l'université, praticiens de la radioélectricité, etc..., commission dont la présidence était assurée jusqu'à ces derniers temps par le regretté général Ferrié.

L'objectif que s'assigna ladite commission fut de procéder à une organisation technique du réseau émetteur à caractère de service public, c'est-à-dire capable de donner aux auditeurs, en tout point du territoire, la possibilité de recevoir dans de bonnes conditions, sur un poste simple du type standard à trois lampes, une émission de leur poste régional à moyenne longueur d'onde et une émission d'un poste national à grande longueur d'onde. Ce dernier résultat étant relativement facile à atteindre par la mise en œuvre d'une puissance comparable à celle des autres grandes stations européennes sur grande longueur d'onde, c'est à l'organisation du réseau émetteur

régional sur ondes moyennes que s'est particulièrement attachée la commission.

Prenant en considération de fait qu'il est pratiquement impossible, sur les ondes moyennes de radiodiffusion, en raison des phénomènes d'absorption des rayons directs, d'obtenir dans la journée, quelle que soit l'énergie mise en jeu, une portée effective sensiblement supérieure, selon les cas, à 150 ou 200 kilomètres en tenant compte, par ailleurs, des récents développements de la technique touchant les caractéristiques diverses des postes émetteurs, la commission a établi le plan de réalisation du réseau dit d'« intérêt national ».

Le territoire a été divisé en un certain nombre de circonscriptions radiophoniques, à l'intérieur de chacune desquelles fonctionnera, sur les longueurs d'onde résultant des accords internationaux, un poste émetteur du réseau national. Ce poste se substituera d'ailleurs, dans chaque région, à celui qui est actuellement en exploitation. Il sera établi à une vingtaine de kilomètres de toute grande agglomération et sera réuni, par des liaisons téléphoniques permanentes, à des studios situés dans les centres intellectuels, artistiques ou économiques les plus importants de la région. Ces régions sont : la région de Paris, les régions du nord, de l'est, de l'ouest, du centre, les régions de Bordeaux, de Toulouse, de Marseille, de Nice-Monaco, des Alpes et de Lyon.

Dans chacune d'elles, la puissance du poste sera déterminée, compte tenu de la longueur d'onde qui lui est affectée, de l'étendue de la zone à desservir, des particularités géologiques et géographiques du sol, en un mot de toutes les circonstances naturelles qui pourront intervenir sur les phénomènes de propagation des ondes et l'efficacité du champ. Si, pour assurer leur service de façon satisfaisante, les émetteurs sont conduits à utiliser dans la journée une très grande puissance, leurs caractéristiques seront établies pour permettre la nuit une limitation de cette dernière aux simples besoins régionaux auxquels ils ont à satisfaire, de manière à ne pas occasionner à distance de nouvelles complications dans le domaine des interférences radioélectriques.

Si, dans certains cas exceptionnels, en raison de certaines particularités imprévisibles, l'expérience conduisait à constater dans cette

organisation des trous, des points où l'audition serait tout à fait insuffisante, il serait procédé à l'établissement de petits postes locaux, d'une puissance limitée à quelques centaines de watts.

Le réseau téléphonique. — Parallèlement à l'étude de l'organisation du réseau émetteur, l'office français des postes et télégraphes a procédé à l'étude du réseau téléphonique destiné à assurer le service de radiodiffusion.

Les circuits dont l'installation a été envisagée sont de trois sortes :

1° les circuits destinés à réunir au poste émetteur régional les divers studios situés dans les localités qui appartiennent à une même circonscription radiophonique ;

2° les circuits destinés à assurer la liaison entre les divers postes émetteurs, de manière à pouvoir les actionner tous simultanément pour la diffusion d'un même programme d'intérêt national, ou à pouvoir les faire fonctionner par groupes pour la diffusion de manifestations intéressant plusieurs régions limitrophes ;

3° les circuits destinés à assurer la connexion aux artères internationales, de manière à permettre au réseau national de s'associer aux divers relais internationaux, dont le nombre et l'intérêt se développent d'une façon incessante.

Tous ces circuits seront établis en câble souterrain.

En ce qui concerne les circuits de la première catégorie, les caractéristiques seront déterminées pour permettre la transmission, avec une fidélité absolue, de tous les sons musicaux dont la fréquence sera comprise entre 25 et 12.000 périodes par seconde. Ils seront l'objet d'une fabrication et d'une pose spéciales.

Quant aux circuits des deux autres catégories, on ne peut songer, en raison de leur longueur, à recourir également à une fabrication et à une pose spéciales, qui entraîneraient des dépenses excessives ; leur établissement sera combiné avec celui des circuits téléphoniques ordinaires, par voie d'incorporation dans les nappes des conducteurs souterrains installés pour les besoins de la téléphonie interurbaine ou internationale.

La carte des liaisons établies ou en cours d'établissement pour les besoins de la radiodiffusion se confond approximativement avec la carte des câbles souterrains modernes. Les circuits de radiodiffu-

sion qui se trouvent incorporés dans les câbles existants ont été l'objet d'un équipement particulier, destiné à permettre le passage des fréquences acoustiques allant jusqu'à 7 à 8000 périodes. Pour les câbles en cours de réalisation ou projetés, les circuits seront pupinisés tous les 915 mètres avec une charge de 22 millihenrys, ce qui permettra d'élever jusqu'aux environs de 10000 la fréquence de coupure du câble.

Grâce aux dispositions arrêtées, toutes les stations régionales pourront être actionnées à partir de la capitale, ou, inversement, actionner cette dernière et, par son intermédiaire, toutes les autres stations, en vue des diffusions générales sur l'ensemble du territoire. Si le siège de la manifestation à transmettre n'est pas la localité même ou passe l'artère téléphonique souterraine, les circuits aériens existant dans toutes les localités de quelque importance permettent le raccordement à cette artère.

En ce qui concerne les transmissions internationales, grâce aux circuits spéciaux vers la Belgique, l'Allemagne, la Suisse, l'Espagne, le réseau de radiodiffusion français peut se joindre à l'un quelconque des réseaux européens pour participer aux grands relais internationaux.

La réalisation du programme ci-dessus exposé s'étendra sur trois années. La première tranche, comprenant les stations de la région de Paris et des régions périphériques, est actuellement commencée. (*Journal télégraphique.*)

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

721.626. Perfectionnements aux appareils télégraphiques imprimeurs (Creed and Company, Angleterre).

721.692. Nouveau procédé de synchronisation (H.-J.-J.-M. de Regnauld de Bellescize, France).

722.045. Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

722.167. Système d'intercommunication par télégraphes imprimeurs (International communications laboratories, Etats-Unis).

723.124. Machine à écrire à distance électrique (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.156. Disposition de couplage pour la conjonction et la disjonction à distance d'appareils télégraphiques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.540. Imprimeur à types électriques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.589. Dispositif de commande pour installations de signalisation de trafic (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.706. Système composé principalement de bobines, notamment pour des applications de technique d'indication à distance (Telephon Apparat Fabrik E. Zwietusch et C°, Allemagne).

723.738. Récepteur à chiffres mobiles pour transmission électrique à distance (Anciens établissements Sautter-Harlé, France).

723.907. Elément émetteur pour appareil d'émission et de transmission automatique de signaux télégraphiques ou radiotélégraphiques (J.-E.-M. Detruiseux, France).

723.912. Procédé de télégraphie par courants alternatifs (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

724.082 et 724.083. Perfectionnements aux installations télégraphiques du type automatique (International inventions corporation, Etats-Unis).

Téléphonie.

722.379. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques et semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

722.393. Perfectionnements aux microphones (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

722.573. Appareil permettant d'obtenir rapidement toutes liaisons en téléphonie automatique (Alfred Boyé, France).

722.639. Signal avertisseur d'alarme pour circuits téléphoniques (L. Huemer, Allemagne).

722.770. Perfectionnements aux mécanismes commutateurs, tels que ceux utilisés dans les systèmes téléphoniques ou autres (Le Matériel téléphonique, France).

722.987. Dispositif de mise en garde automatique applicable aux postes téléphoniques mixtes (P. Touchas, France).

722.992. Perfectionnements aux câbles téléphoniques par le câblage en tresse des éléments constituant la quarte (P. Pottier, France).

723.083. Disposition de couplage pour installations téléphoniques comportant plusieurs bureaux intermédiaires (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.084. Disposition de couplage pour installations téléphoniques avec plusieurs bureaux intermédiaires disposés en série (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.085. Disposition de couplage pour installations téléphoniques avec service par sélecteurs et avec plusieurs bureaux intermédiaires disposés en série (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.089. Disposition de couplage pour installations téléphoniques à service par sélecteurs, notamment pour installations à postes secondaires (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.099 et 723.103. Disposition de couplage pour installations téléphoniques avec plusieurs postes intermédiaires (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.192. Dispositif d'appels téléphoniques automatiques (Société Détectif, France).

723.228. Dispositif pour la transmission sélective de deux courants signaux par modulation d'une onde porteuse (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

723.312. Perfectionnements aux moteurs électromagnétiques pour récepteurs ou émetteurs téléphoniques, lecteurs, relais et analogues (A.-M. Marquer, France).

723.568. Amplificateur microtéléphonique (N. Wolintzeff et J. Allavena, France).

723.681. Téléphone à prépayement avec aimant d'encaissement entrant en action lors de l'annonce de l'abonné appelé (Telephon Apparat Fabrik E. Zwietusch, Allemagne).

723.723. Perfectionnement aux microphones (P. Marzin, France).

723.742. Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

724.064. Dispositif sélecteur applicable à la téléphonie automatique (Société dite : Telegrafia, Tchécoslovaquie).

724.094. Perfectionnements aux systèmes électriques pour la

transmission d'ondes de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

724.197. Dérouleuse-enrouleuse pour toutes applications et notamment pour câbles téléphoniques (L.-J.-J. Roger, France).

39.849. Systèmes translateurs et amplificateurs d'ondes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France) (1re addition au brevet n° 680.681).

39.896. Systèmes de transmission téléphonique (Le Matériel téléphonique, France) (1re addition au brevet n° 689.615).

39.921. Perfectionnement aux systèmes de téléphonie automatique (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 667.328).

39.994. Dispositifs d'essais pour système téléphonique automatique (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 716.328).

40.046. Microphone électrostatique (Société dite : Mélodium, France) (1re addition au brevet n° 708.702).

Transmission des images.

722.390. Dispositif de transmission à distance d'images fixes ou mobiles (S.-L. Flouest, France).

722.771. Perfectionnements aux systèmes synchronisés oscillants ou rotatifs (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

723.018. Perfectionnements aux systèmes de transmission d'images et plus particulièrement à leurs amplificateurs (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

723.064. Perfectionnements aux appareils pour la télévision (R. Lyon et A.-T. Stoyanowsky, France).

723.335. Système de télécommande (Invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

723.724. Méthode et dispositif d'abaissement de fréquences pour la transmission d'images vivantes à distance (Léon Thurm, France).

724.115. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Electrical research products, Etats-Unis).

724.196. Méthode et dispositif de correction dans les transmissions téléphotographiques (invention Yanouchevsky) (Etablissements Edouard Belin, France).

39.840. Système de transmission à distance d'images et autres objets (Westinghouse electric and manufacturing company, Etats-Unis) (1re addition au brevet n° 699.544).

Dans un récepteur de télévision à oscillographe cathodique (à écran luminescent), on utilise un dispositif qui déplace rapide-

ment le pinceau cathodique perpendiculairement à la direction des lignes de l'image chaque fois que ce rayon atteint l'extrémité d'une ligne, ce déplacement ayant une longueur égale à l'écartement entre deux lignes successives de l'image. On obtient ainsi sur l'écran fluorescent, au lieu d'une exploration par sinusoïde donnant une image plus nette aux bords qu'au centre, une exploration par lignes parallèles raccordées à leurs extrémités par de courtes jonctions perpendiculaires ; la netteté de l'image reçue est ainsi rendue uniforme sur toute la surface de l'écran fluorescent.

39.944. Perfectionnements aux systèmes synchronisés émetteurs et récepteurs de télévision, télécinéma, télémécanique et autres applications (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France) (1re addition au brevet n° 711.466).

40.016. Procédé et appareil pour télévision (L.-M.-J. Loiseau, France) (2e addition au brevet n° 693.285).

40.025. Perfectionnements aux dispositifs récepteurs de télévision, télécinéma (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France) (4e addition au brevet n° 706.211).

Radiocommunications.

722.386. Montage générateur ou amplificateur à lampes (Association électrotechnique panunioniste, Russie).

722.482. Contacteur servant à la mise en grandes ondes de postes changeurs de fréquence conçus en petites ondes et permettant à volonté le retour de ces dernières (Francisque Mathon, France).

722.651. Perfectionnements aux arrangements de circuits comprenant des tubes à vide (Le Matériel téléphonique, France).

722.662. Perfectionnements aux circuits émetteurs à tubes thermoïoniques (Ed. Ruspoli, France).

722.806. Emetteur à grande puissance pour ondes courtes (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

722.853. Dispositif pour radiodiffusion sur onde unique (Hans Harbich, Allemagne).

BIBLIOGRAPHIE.

Traité de physique générale et expérimentale, d'après le cours du Conservatoire national des arts et métiers, par JULES LEMOINE, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, et AUGUSTE BLANC, doyen de la faculté des sciences de Caen. Paris, Librairie de l'enseignement technique. 1er volume : *Mécanique, chaleur* ; 1 vol. in-8° de 861 pages, avec 711 figures prix : 100 francs. 2e volume : *Acoustique, optique* ; 1 vol. in-8° de 898 pages, avec 785 figures ; prix : 110 francs.

Le traité de MM. Lemoine et Blanc, dont les deux premiers volumes viennent de paraître est vivement à recommander à tous ceux qui auraient besoin d'un ouvrage clair, complet, au courant des découvertes et des points de vue les plus récents, et dépourvu de complications théoriques ou mathématiques.

Le premier volume traite des sujets suivants : mesure des longueurs, mécanique, élasticité, hydrostatique, état gazeux, écoulement des liquides et des gaz, capillarité, thermométrie, calorimétrie, thermodynamique, théorie cinétique, moteurs thermiques et machines frigorifiques, conductibilité de la chaleur, météorologie.

Le second volume traite des sujets suivants : Mouvements périodiques, propagation des mouvements vibratoires, qualités du son, optique géométrique, réflexion, réfraction, instruments d'optique, optique ondulatoire, interférences, diffraction, réflexion, dispension et absorption, optique cristalline, relativité, rayonnement, quanta, structure de l'atome.

La lecture de ce traité est un plaisir, particulièrement pour la raison que voici. On sait quelle profusion de belles expériences illustre le cours de physique du Conservatoire des Arts et Métiers sur lequel il est basé. Ces expériences sont si bien choisies et si frappantes que leur description seule apporte au lecteur à la fois l'instruction et le

délassement qu'elles procurent à l'amphithéâtre. La différence avec d'autres ouvrages, où le côté expérimental n'a pas été traité avec le même amour, est tout à fait curieuse à observer.

MM. Lemoine et Blanc ont également réussi d'une manière surprenante à donner un exposé vraiment scientifique avec un minimum de mathématiques. Là aussi, leur succès est la conséquence d'un effort constant soutenu pendant de nombreuses années d'enseignement.

Le succès de cet ouvrage ne peut manquer d'être grand, et nous attendons avec curiosité et confiance le volume consacré à l'électricité.

P. L. C.

Un nouveau périodique scientifique roumain. — La rédaction des *Annales* vient de recevoir les premiers numéros d'une revue roumaine, le *Bulletin de mathématiques et de physique pures et appliquées*. Chaque numéro contient une dizaine d'articles sur des sujets scientifiques et techniques très variés, depuis la théorie des fonctions jusqu'à l'hydrodynamique appliquée, et la haute tenue de ces travaux, tous dus à des savants roumains, fait le plus grand honneur à nos amis de Bucarest. Cirons comme intéressant plus particulièrement l'ingénieur électricien une notice sur *Le calcul symbolique de Heaviside* due à M. J. Constantinesco, et une *Etude des oscillations des machines synchrones sur un modèle mécanique* de M. I.-S. Gheorghiu. Nous adressons à cette brillante revue nos meilleurs vœux de succès.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 16-8-32.

Étude des courants vagabonds et des

PHÉNOMÈNES D'ÉLECTROLYSE,

par C. et M. SCHLUMBERGER.

La surveillance d'un réseau de câbles enterrés, exposés à l'action électrolytique des courants vagabonds émanant de lignes de distribution électrique ou de traction à courant continu, conduit à chercher, en particulier, la solution de plusieurs problèmes : détermination de la ligne électrique laissant s'échapper dans le sol les courants dont une partie est recueillie en un endroit donné sur l'enveloppe d'un câble ; détermination des parties du parcours du câble et de la canalisation d'énergie où entrent ou sortent les courants vagabonds ; détermination de l'intensité de ces courants ; détermination de l'intensité des courants parcourant les enveloppes des câbles.

Des méthodes classiques permettent de résoudre ces problèmes : elles reposent, en général, sur des mesures directes de courants passant le long d'une canalisation ou passant à l'intérieur du sol entre deux électrodes, et sur des mesures directes de tension entre des points de canalisations enterrées. L'exécution de ces mesures exige donc des fouilles dans le sol, pour mettre les conduites à nu afin de brancher les appareils de mesure. L'exécution de ces fouilles présente souvent des difficultés et des inconvénients divers (prix de revient, durée du travail, gêne apportée à la circulation sur les chaussées,...). Parfois, des fouilles altérant le milieu dans lequel se propagent les courants vagabonds, leur exécution peut modifier le phénomène qu'on veut mesurer.

Une autre précaution à prendre, pour l'exécution de telles mesures, est de procéder pendant des durées assez longues et de multiplier les observations afin de pouvoir tenir compte du fait que le régime des courants vagabonds, dûs notamment aux lignes de traction électrique, est à variations rapides, fréquentes et importantes. Des méthodes d'enregistrement sont donc infiniment recommandables. Mais les appareils électriques enregistreurs exigent souvent, pour leur fonctionnement, que la grandeur à mesurer ait déjà une valeur assez grande, sinon ces appareils sont fragiles et leur emploi sur le terrain peut être délicat.

Or, en vue d'effectuer des prospections minières en déterminant la répartition de la résistivité du sol entre différentes couches, MM. C. et M. Schlumberger ont été conduits à mettre au point des méthodes permettant de reconnaître la présence, le trajet et l'intensité de courants circulant en profondeur à partir de mesures effectuées à la surface. Ils ont également réalisé des appareils d'enregistrement particulièrement sensibles et robustes, ne craignant pas d'être transportés et pouvant être mis en station sans précautions excessives. Il leur a paru que ces méthodes pouvaient s'appliquer avec succès à l'étude des phénomènes d'électrolyse, dans les conditions qu'indique l'article qui suit.

L'attention doit être attirée sur le principe, très ingénieux, de la méthode d'enregistrement qu'ils utilisent.

Un appareil électrique enregistreur direct peut présenter les inconvénients suivants :

1° *Sa sensibilité est généralement plus faible que celle d'un appareil simplement indicateur, son fonctionnement exigeant, en général, une consommation supérieure d'énergie ;*

2° *Il ne permet, au cours d'un enregistrement, que l'usage d'une seule échelle.*

Ainsi la précision relative des indications qu'il donne devient très petite lorsqu'au cours d'un enregistrement la grandeur à mesurer prend des valeurs très faibles : pour ménager l'appareil, on doit, en effet, utiliser une échelle telle, que les valeurs les plus élevées qu'on puisse rencontrer au cours de l'enregistrement ne dépassent pas le maximum de l'échelle ; on peut évidemment remédier à ce dernier inconvénient en chargeant une personne de surveiller l'enregistrement et de commander un changement d'échelle au moment où cela paraît opportun.

La méthode d'enregistrement employée par MM. Schlumberger repose sur un principe différent. Toutes les déterminations des valeurs de tension se font par la méthode du potentiomètre et nécessitent ainsi l'intervention d'un opérateur (dont la présence a d'ailleurs été reconnue nécessaire, même dans le cas d'un enregistrement direct, lorsqu'on veut avoir toujours une précision relative suffisante dans la mesure d'une grandeur variant assez rapidement dans de grandes proportions). L'opérateur doit ainsi régler son potentiomètre de manière à ce que l'aiguille du galvanomètre que comporte l'installation demeure toujours au zéro. L'enregistrement effectué par les appareils est celui des manœuvres qu'exécute l'opérateur pour régler le potentiomètre. C'est donc l'opérateur qui fournit l'énergie nécessaire pour le fonctionnement des appareils. Ainsi on peut atteindre de très bonnes sensibilités et enregistrer, notamment, des fractions de millivolts. Les changements d'échelle peuvent également se faire instantanément, aussi souvent qu'il est utile.

Une telle méthode d'enregistrement ne saurait convenir s'il s'agissait de phénomènes à variations très fréquentes et très rapides : elle s'est cependant révélée parfaitement appropriée à la mesure des courants vagabonds, ceux-ci gardant, en général, une intensité très lentement variable pendant des durées suffisantes pour qu'un opérateur puisse suivre. L.-J. C.

Nous avons été amenés à étudier des procédés destinés à l'étude des courants telluriques naturels et industriels et de leur action sur les canalisations métalliques souterraines. Nos méthodes sont caractérisées essentiellement par le fait que les mesures s'exécutent à la surface du sol, sans nécessiter aucune fouille. La présente note vise plus particulièrement l'étude des courants vagabonds industriels.

Étude du vecteur « densité » d'un courant vagabond. — Cette étude comporte deux expériences distinctes :

Mesure de la résistivité ρ du sol ;

Mesure du champ électrique des courants vagabonds.

1° *Mesure de la résistivité du sol.* — La mesure de la résistivité ρ se fait à l'aide du quadripôle de la figure 1. Deux prises de terre A et B sont réunies par un conducteur aux pôles d'une source de courant S ; un ampèremètre A donne le courant d'intensité i, qui passe dans le circuit. On mesure à l'aide du potentiomètre V la différence de potentiel ΔV qui existe entre M et N.

On établit aisément qu'on a alors :

$$\rho = k \frac{\Delta V}{i} \text{ en terrain homogène,} \qquad (1)$$

k étant un coefficient dépendant de la configuration géométrique du quadripôle et qui a la dimension d'une longueur.

Dans la majorité des cas, la mesure de ΔV est possible malgré l'existence de vagabonds irréguliers, parce que ceux-ci ne donnent que des différences de potentiel environ cent fois plus faibles que celle qui provient du courant i. S'il n'en est pas ainsi, il faut, pour éliminer la gêne causée par la superposition des vagabonds, utiliser un pulseur inversant simultanément le courant i et les connexions du potentiomètre une dizaine de fois par seconde. Dans ces condi-

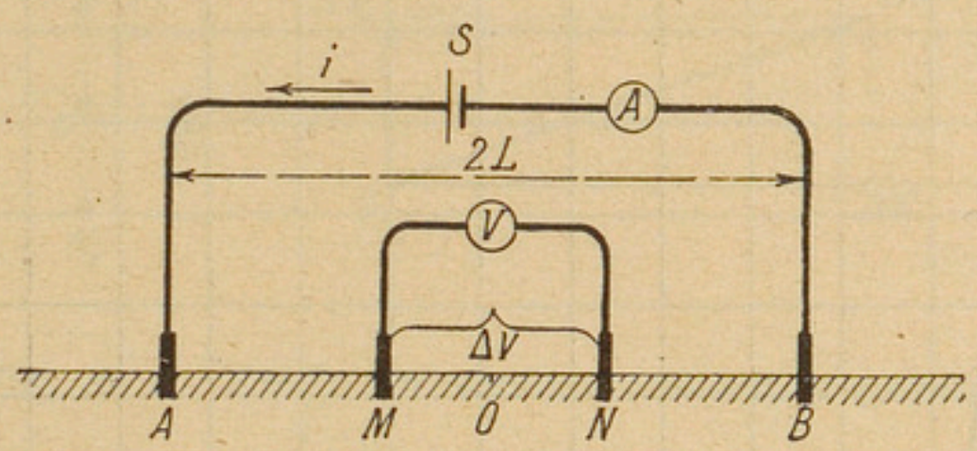


Fig. 1. — Mesure de la résistivité.

tions, l'action des vagabonds sur le potentiomètre est statistiquement annulée et les potentiels produits par le courant i sont seuls mesurés.

En laissant fixe le centre de symétrie O du quadripôle AMNB et dilatant progressivement les lignes AB et MN, il est possible de répartir le courant d'émission i dans un volume de terrain de plus en plus considérable. Ce terrain ne sera généralement pas homogène : la formule (1) donnera alors, en y introduisant pour chaque expérience le coefficient de forme k convenable, une grandeur ρ appelée *résistivité apparente* et qui peut être considérée *grosso modo* comme représentant la résistivité moyenne d'un demi-cylindre de terrain d'axe AMNB, de hauteur MN et de diamètre $\frac{AB}{4}$. Plus exactement, on construira la courbe représentative des variations de ρ en fonction de la demi-longueur L de la ligne d'émission AB. Par des consi-

dérations théoriques [1], il sera possible de déduire de cette courbe expérimentale la valeur de la résistivité vraie aux différentes profondeurs.

Cette étude porte le nom de *sondage électrique vertical.* Faite

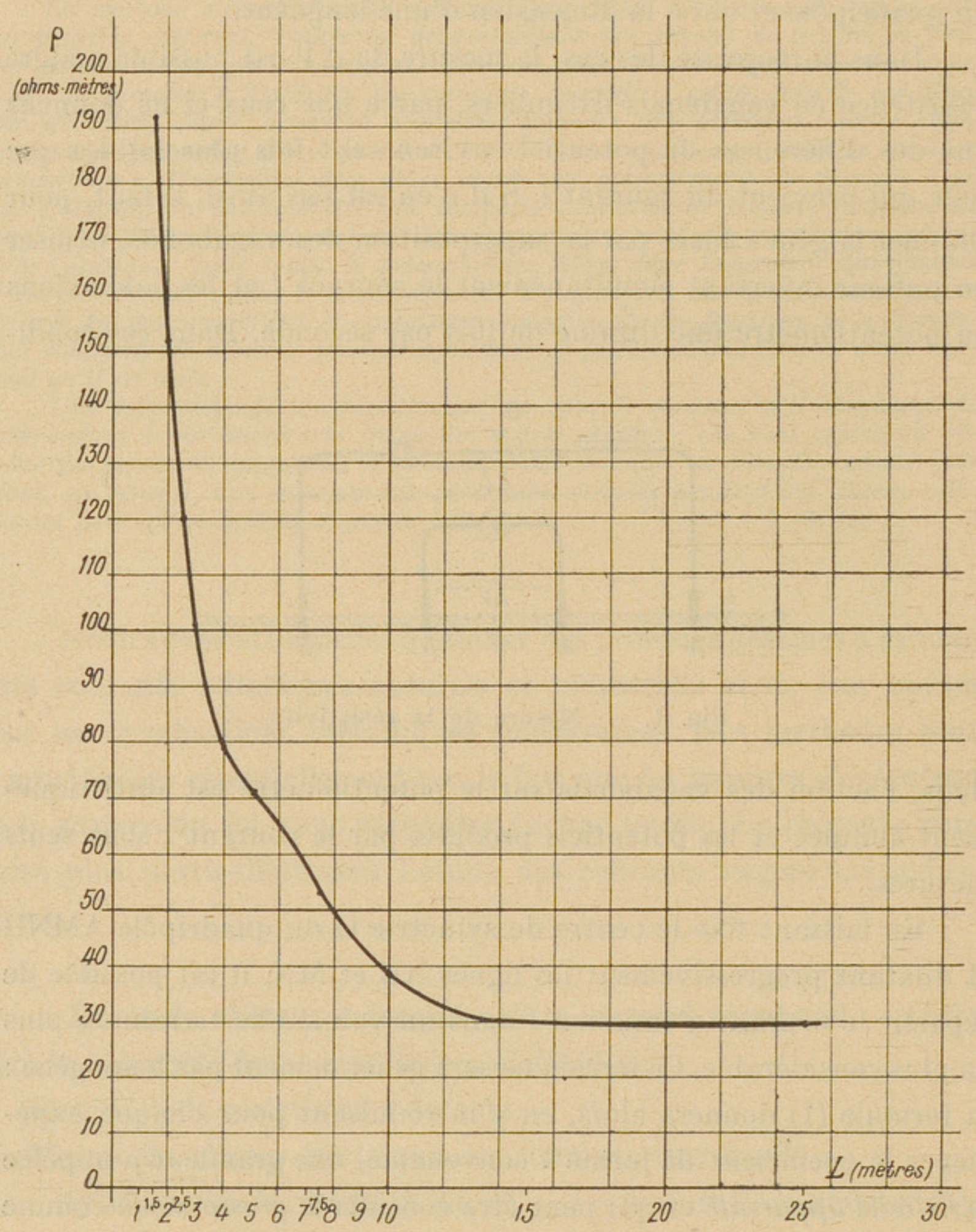


Fig. 2. — Mesure de la résistivité du sol
(Expérience faite sur l'esplanade des Invalides).

1. Cf. S. Stefanesco et C. et M. Schlumberger, *Sur la distribution électrique potentielle autour d'une prise ponctuelle dans un terrain à couches horizontales homogènes et isotropes* (*Journal de physique*, avril 1930, p. 132—140).

sur l'esplanade des Invalides, à Paris, elle a donné les résultats indiqués sur la figure 2. L'interprétation est un peu compliquée par la présence de nombreux ouvrages souterrains ; néanmoins, on voit nettement, sous une croûte superficielle sèche, d'épaisseur négligeable, un peu moins d'un mètre d'un terrain dont la résistivité est d'environ 250 Ω m²/m surmontant une couche de 1m,35 d'épaisseur environ et de résistivité 60 Ω m²/m, qui repose à son tour sur un substratum de résistivité égale à 30 Ω m²/m.

2° *Mesure du champ électrique des courants vagabonds.* — Soient deux bases $M_1 N_1$ et $M_2 N_2$ orthogonales de même longueur l et centrées sur un même point O (fig. 3). Les différences de potentiel ΔV_1

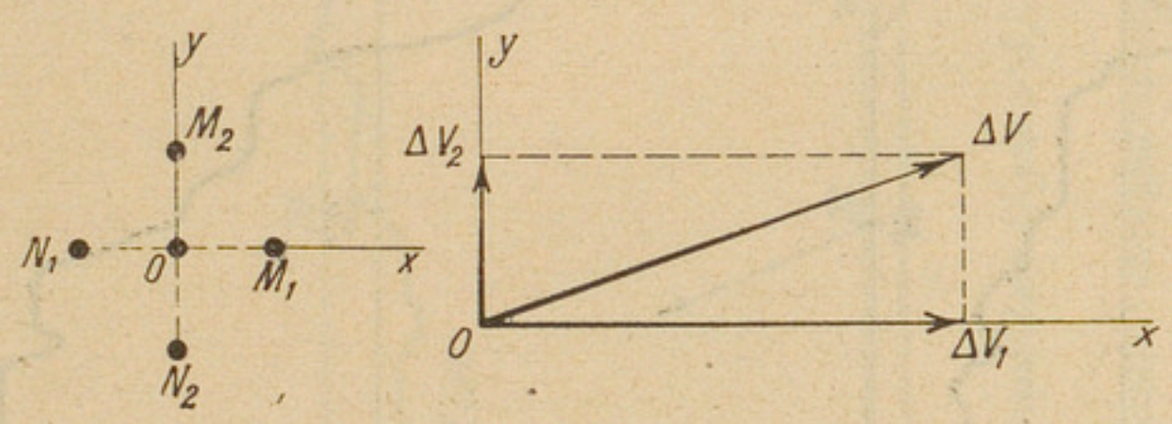


Fig. 3. — Etude du vecteur courant vagabond.

et ΔV_2, créées aux bornes de ces deux bases par les courants vagabonds, sont des fonctions du temps facilement mesurables au moyen de potentiomètres enregistreurs. A chaque instant, les composantes du champ électriques sont égales à $\frac{\Delta V_1}{l}$ et $\frac{\Delta V_2}{l}$. La direction instantanée du champ se déduit donc, ainsi que sa vraie grandeur $\frac{\Delta V}{l}$, de la composition géométrique des deux vecteurs ΔV_1 et ΔV_2. La densité de courant instantanée est alors donnée par la formule :

$$I = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\Delta V}{l}, \qquad (2)$$

La figure 4 donne un exemple d'application du procédé.

Recherche de l'origine des courants vagabonds. — Soit à étudier l'influence de diverses sources A, B, C,... dans la production des vagabonds en un point O déterminé. On enregistre simultané-

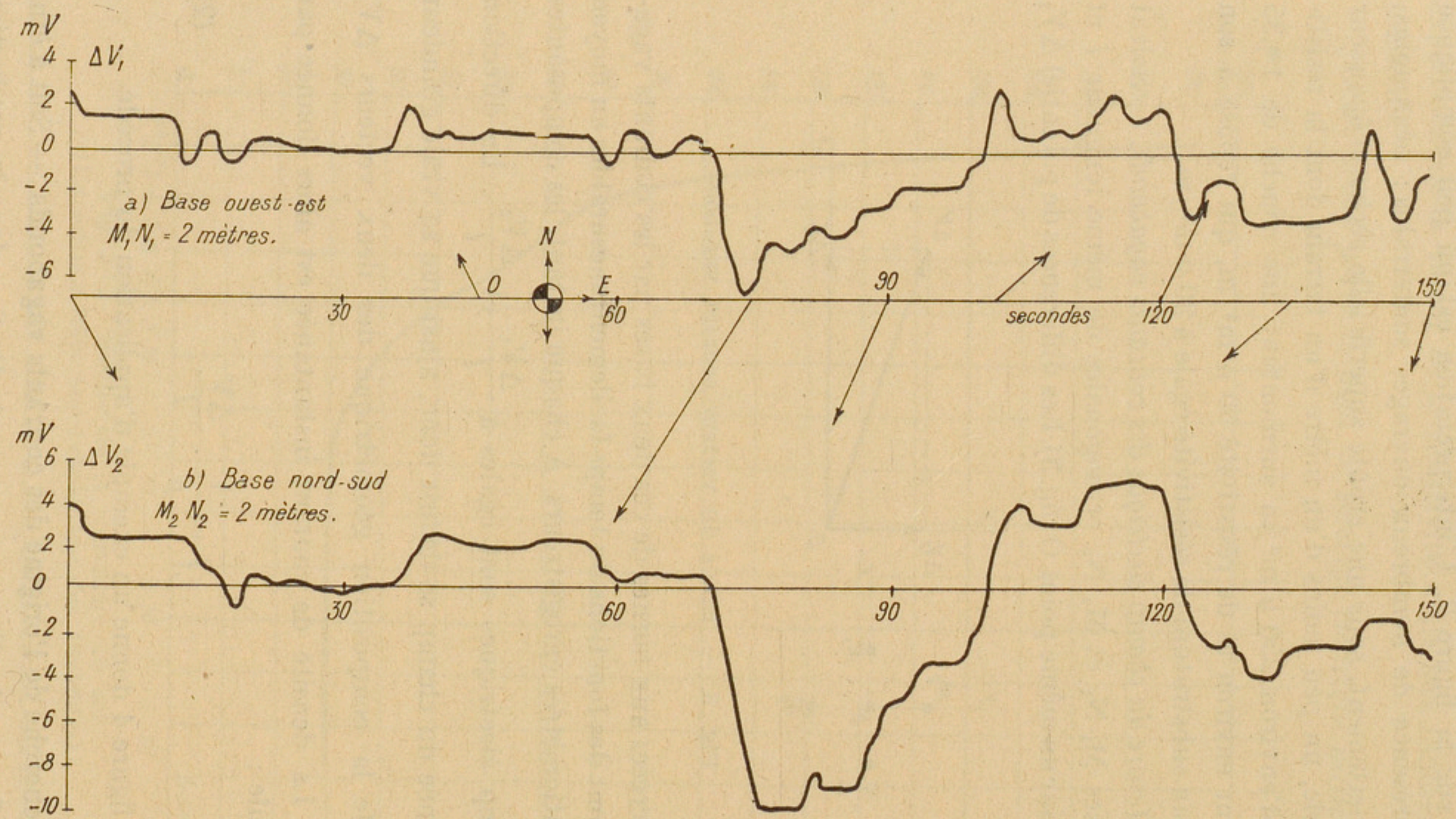


Fig. 4. — Etude de l'orientation des courants vagabonds : enregistrements simultanés sur deux bases, $M_1 N_1$ et $M_2 N_2$, en croix. (Expériences faites sur l'esplanade des Invalides).

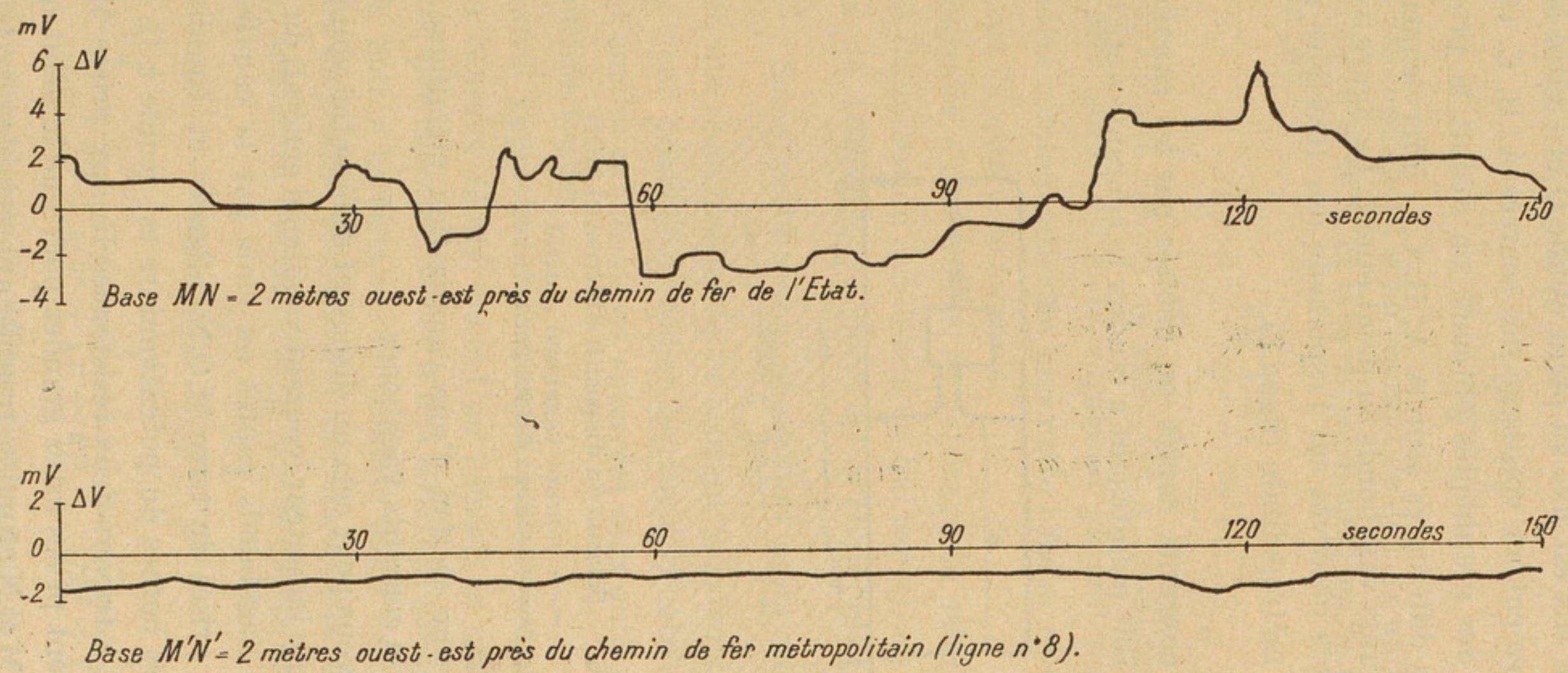
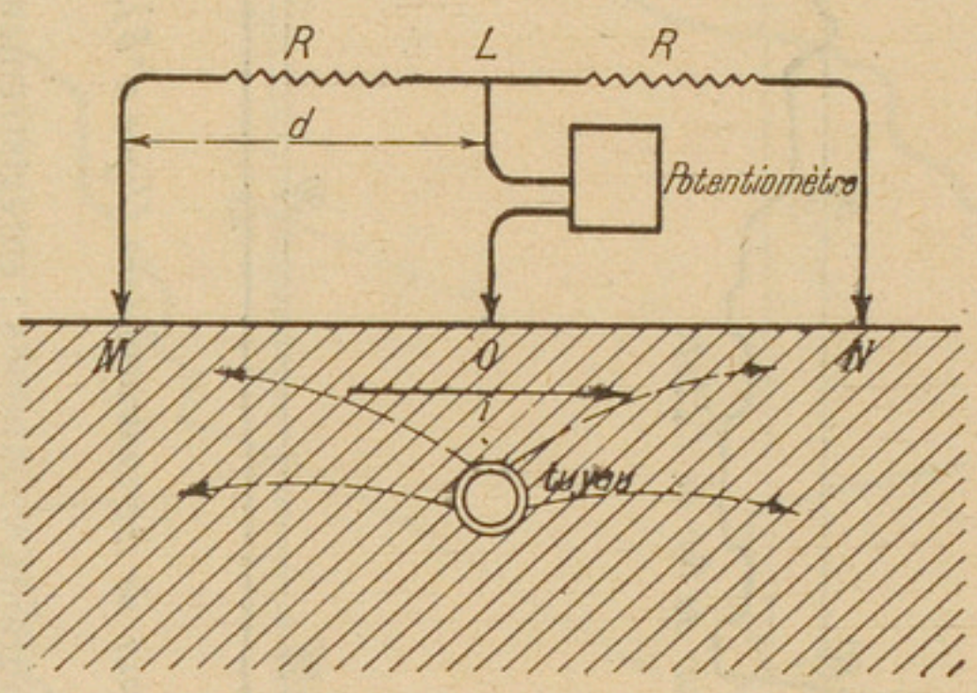


Fig. 5. — Recherche de l'origine des courants vagabonds : enregistrements simultanés sur deux bases, dont l'une, MN, est fixée et l'autre, M' N', est placée successivement au voisinage des différentes sources de courant. (Expériences faites sur l'esplanade des Invalides).

ment, à l'aide de deux appareils, les différences de potentiel sur deux bases, dont l'une MN est fixé au point étudié O et l'autre M'N' est placée successivement au voisinage des sources A, B, C, etc... De la comparaison des graphiques obtenus, on déduit la proportion dans laquelle les différentes sources A, B, C,... interviennent pour produire les courants vagabonds au point étudié. La figure 5 montre que les vagabonds observés sur l'esplanade des Invalides ne proviennent pas du métropolitain (ligne 8).

Étude des courants captés ou débités par les canalisations métalliques. — Soit maintenant à étudier le courant capté ou émis



Fig, 6. — Schéma du dispositif différentiel MON :
⟶ courant vagabond général ;
- - → courant débité par le tuyau.

par un point ou une section d'une canalisation métallique placée dans un champ de courants vagabonds.

Nous employons pour cela un dispositif différentiel, qui permet de séparer le champ inducteur (courant vagabond général) du champ induit (courants vagabonds captés ou émis par la canalisation).

Soient trois prises de terre M,O,N, alignées et équidistantes (fig. 6). L'une des bornes du potentiomètre est réunie à O, l'autre borne est réunie, à travers deux résistances R, aux prises M et N. Ces résistances sont prises assez grandes pour que le débit qu'elles établissent entre M et N ne puisse troubler appréciablement le régime naturel. Elles sont également choisies grandes par rapport aux résistances des prises de terre M et N, de telle sorte que l'inégalité de

celles-ci ne joue pas de rôle notable. Alors le potentiel de L est égal à la moyenne de ceux de M et de N :

$$V_L = \frac{V_M + V_N}{2}.$$

Dans ces conditions, si un courant de densité uniforme i circule dans le sol entre M et N, et si ce sol est homogène, le potentiel de O sera donné par :

$$V_O = \frac{V_M + V_N}{2} = V_L$$

et le potentiomètre restera au zéro. Or, à condition de rendre la longueur MN assez petite, le vagabond général pourra toujours être considéré comme uniforme sous cette base et restera donc sans influence sur l'appareil de mesures.

Au contraire, s'il se trouve, au voisinage du point O, une source de courant (canalisation qui débite ou qui capte), on observera des déviations de l'aiguille, le point O n'étant plus au potentiel $\frac{V_M + V_N}{2}$. Seule, cette source de courant agira sur le dispositif différentiel, qui reste insensible au courant vagabond général.

Il est donc possible d'étudier les zones d'entrée ou de sortie de courant sur les canalisations enterrées sans qu'il soit nécessaire de faire aucune fouille.

Un calcul approché, mais simple, permet même d'avoir l'intensité du courant débité, quand on connaît la résistivité du sol. Examinons, par exemple, le cas d'une source S ponctuelle, de profondeur h. Soit x la distance horizontale entre cette source et le centre O du dispositif différentiel et soit encore d la distance MO = ON. Si l'intensité du courant débité par la source est I, on aura :

$$V_O = \frac{\rho I}{2\pi} \cdot \frac{1}{\sqrt{h^2 + x^2}},$$

$$\frac{V_M + V_N}{2} = \frac{\rho I}{4\pi}\left[\frac{1}{\sqrt{h^2 + (x+d)^2}} + \frac{1}{\sqrt{h^2 + (x-d)^2}}\right].$$

Le potentiomètre donne la différence de potentiel :

$$\Delta V = V_O - \frac{V_M + V_N}{2}.$$

Posons encore :

$$h' = \frac{h}{d}, \qquad x' = \frac{x}{d}. \tag{3}$$

Il vient :

$$I = \frac{4\pi d}{\rho} \frac{\Delta V}{\dfrac{2}{\sqrt{h'^2 + x'^2}} - \dfrac{1}{\sqrt{h'^2 + (x'+1)^2}} - \dfrac{1}{\sqrt{h'^2 + (x'-1)^2}}} =$$

$$= \frac{4\pi d}{\rho} \frac{\Delta V}{H}, \tag{4}$$

si l'on pose :

$$H = \frac{2}{\sqrt{h'^2 + x'^2}} - \frac{1}{\sqrt{h'^2 + (x'+1)^2}} - \frac{1}{\sqrt{h'^2 + (x'-1)^2}}. \tag{5}$$

Mais le courant débité est fonction du temps ; nous prendrons donc un dispositif de comparaison M'O'N' voisin de la source S, mais cependant assez écarté pour ne pas réagir sur le dispositif MON. Pour ce système de référence, on aura :

$$I = \frac{4\pi d}{\rho} \cdot \frac{\Delta V'}{H'}, \tag{4bis}$$

d'où, à chaque instant :

$$H = H' . \frac{\Delta V}{\Delta V'}. \tag{6}$$

Tandis qu'un opérateur enregistre $\Delta V'$ sur l'appareil de référence M'O'M' qui demeure fixe, l'autre opérateur enregistre ΔV sur le système MON qui est mis en station successivement en différents points x_1, x_2 ...x_n d'un alignement passant à l'aplomb de S. Par comparaison des enregistrements, on déterminera, pour chaque station et pour plusieurs instants différents, la valeur du rapport $\frac{\Delta V}{\Delta V'}$: la concordance des différents résultats obtenus successivement en un même point x sera la garantie qu'aucune erreur systématique n'a été commise. La grandeur H, fonction de l'abscisse x du centre O, sera donc connue par (6) à un facteur constant près. On comparera la courbe expérimentale H (x) avec les courbes théoriques représentant la formule (5) et on en pourra déduire la profondeur réduite h' et la profondeur vraie h de la source, au cas où celle-ci ne serait pas connue.

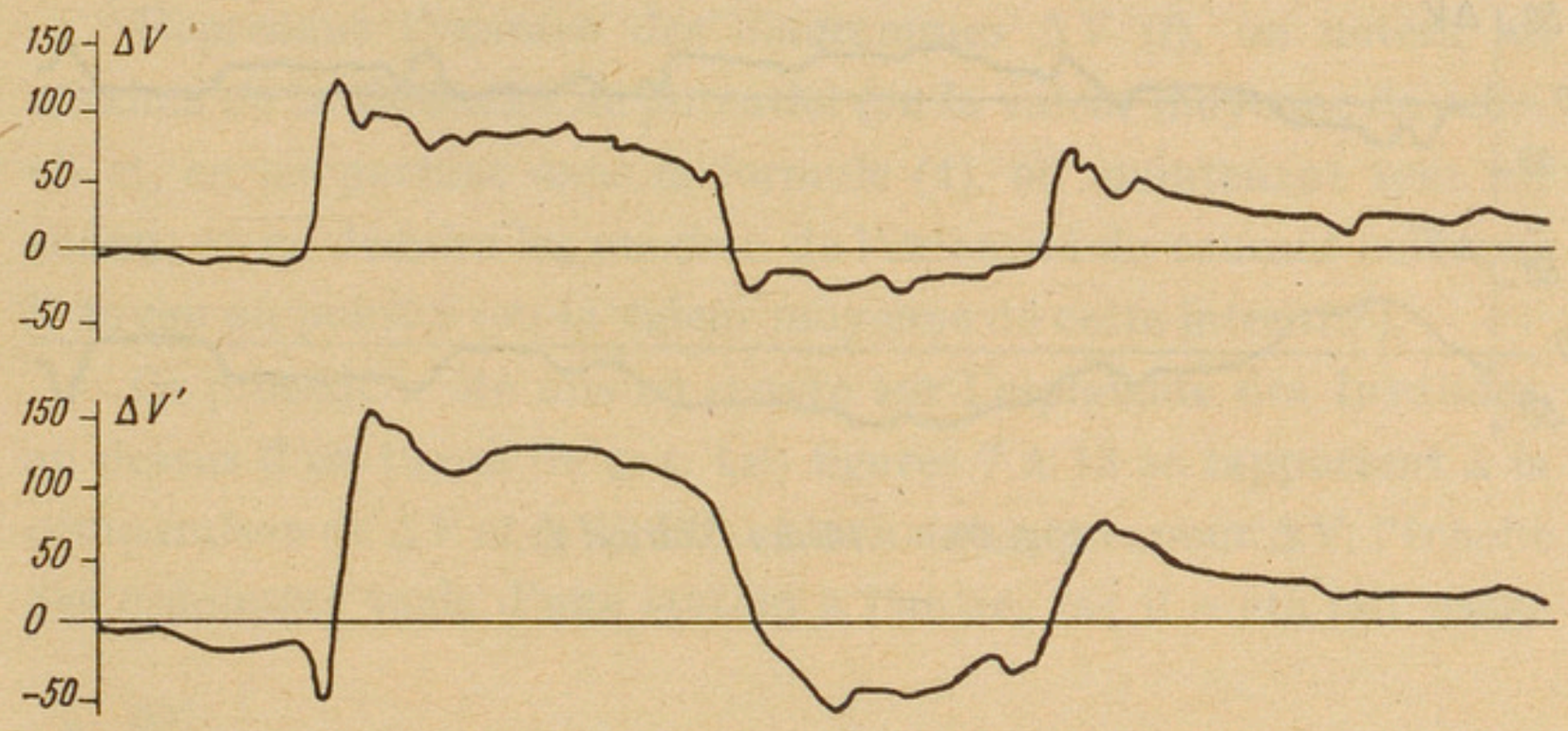


Fig 7. — Etude d'un chapeau de potentiel créé par une sortie de courant (expériences faites sur l'esplanade des Invalides) : Station 8.

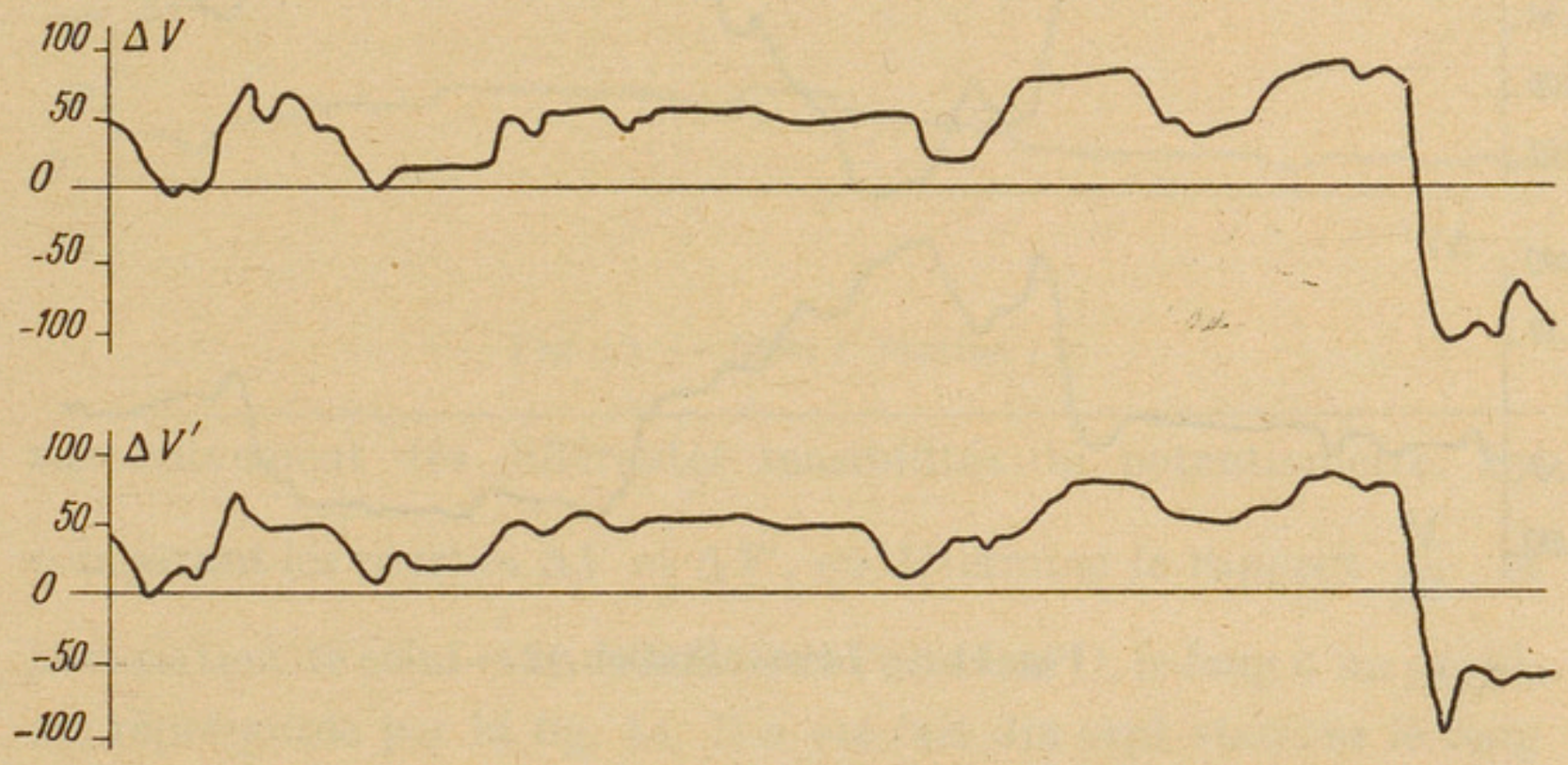


Fig. 8. — *Idem :* Station 9.

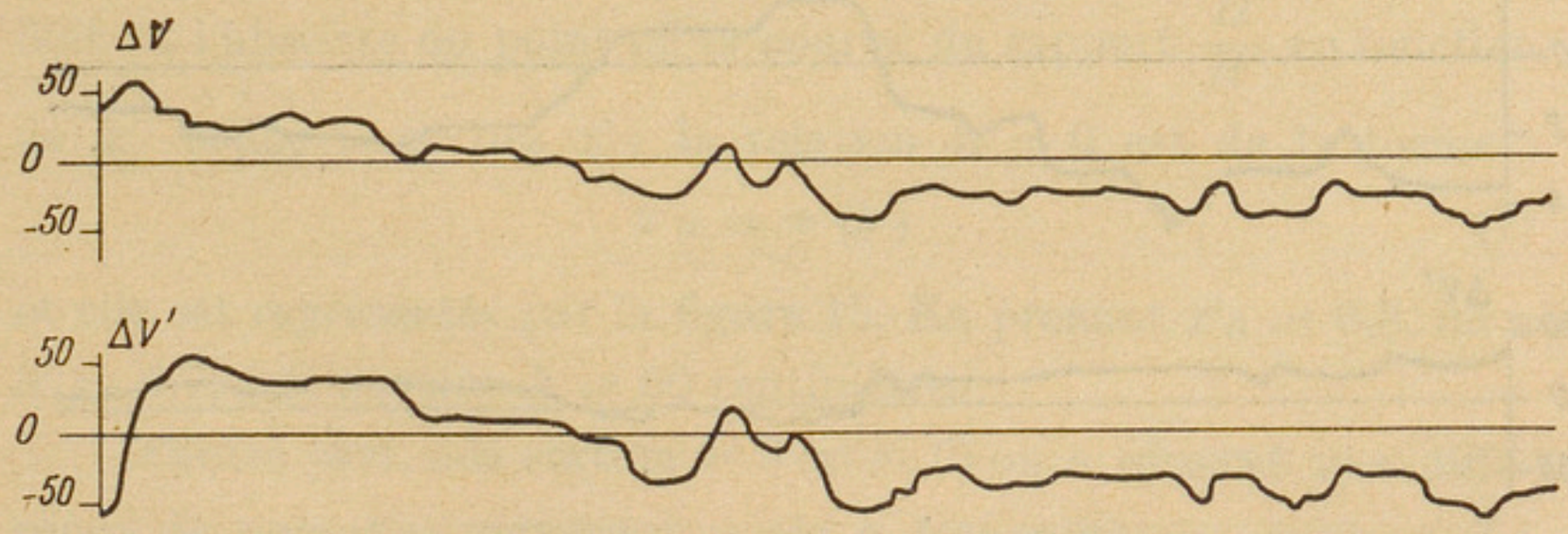


Fig. 9. — *Idem :* Station 10.

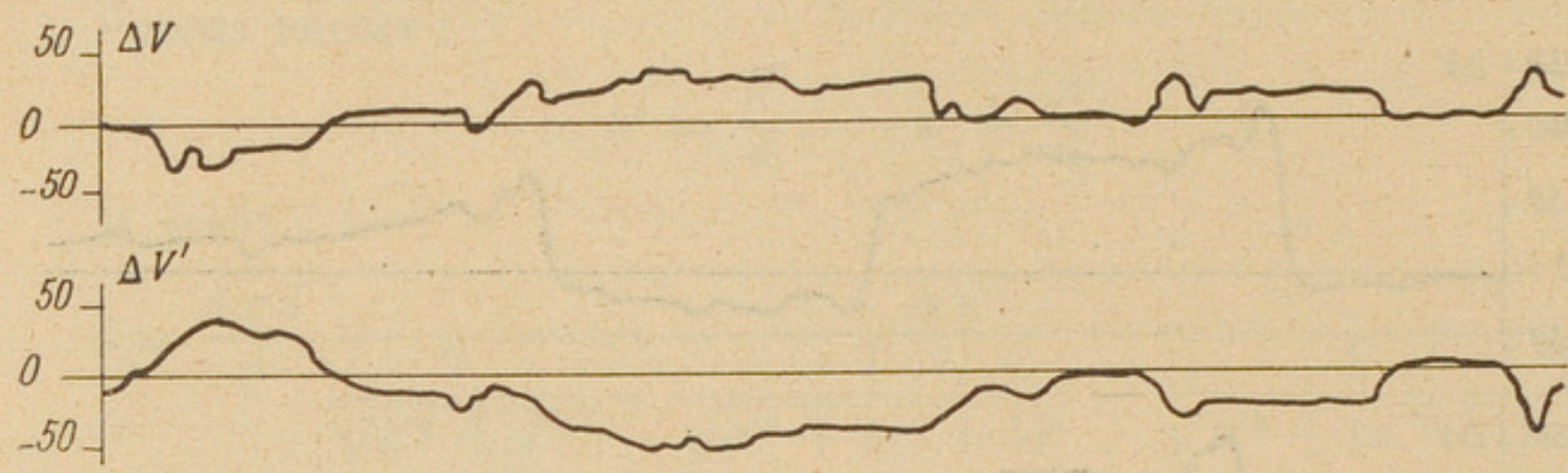


Fig. 10. — *Idem :* Station 11.

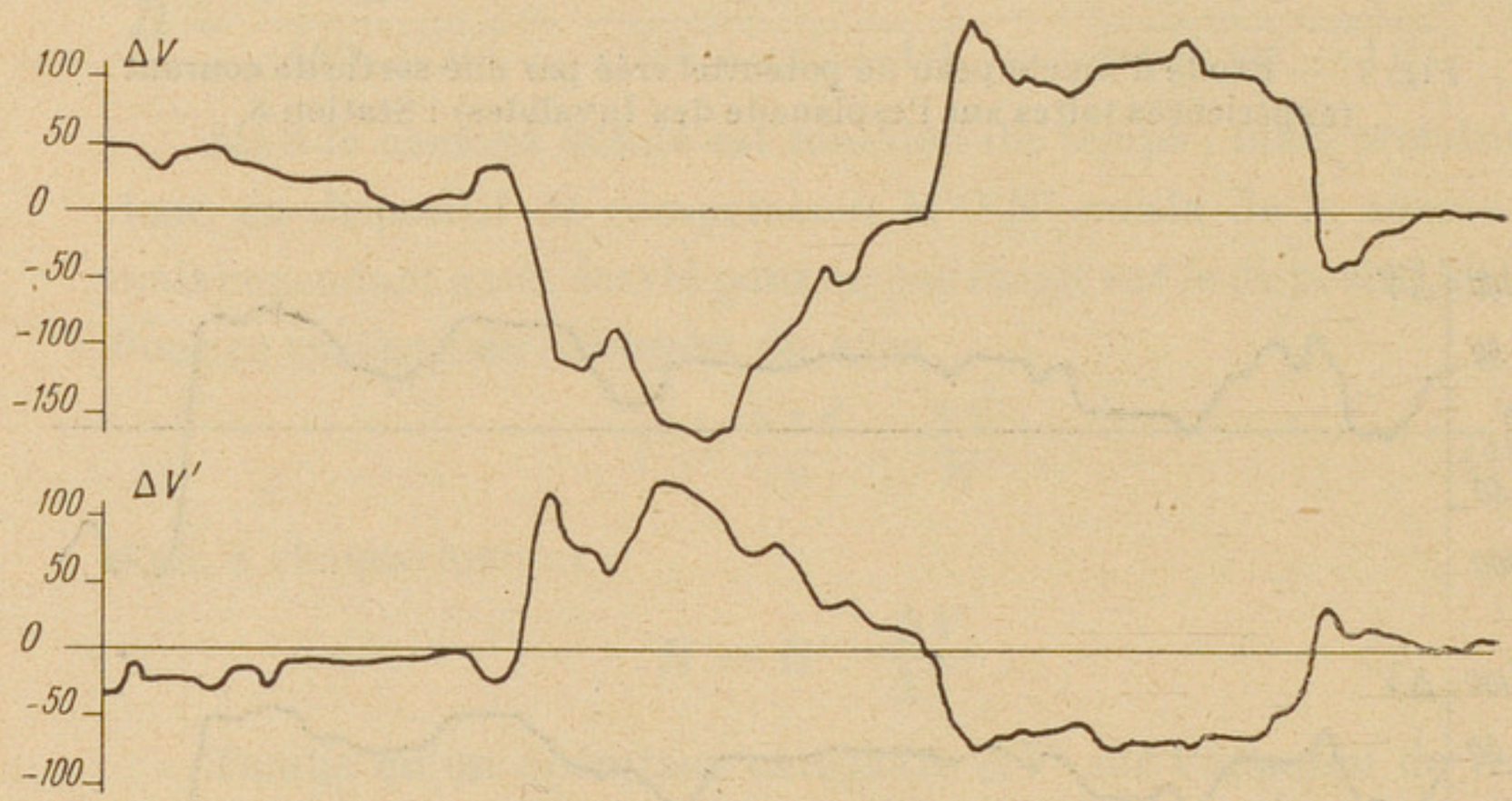


Fig. 11 — *Idem :* Station 12.

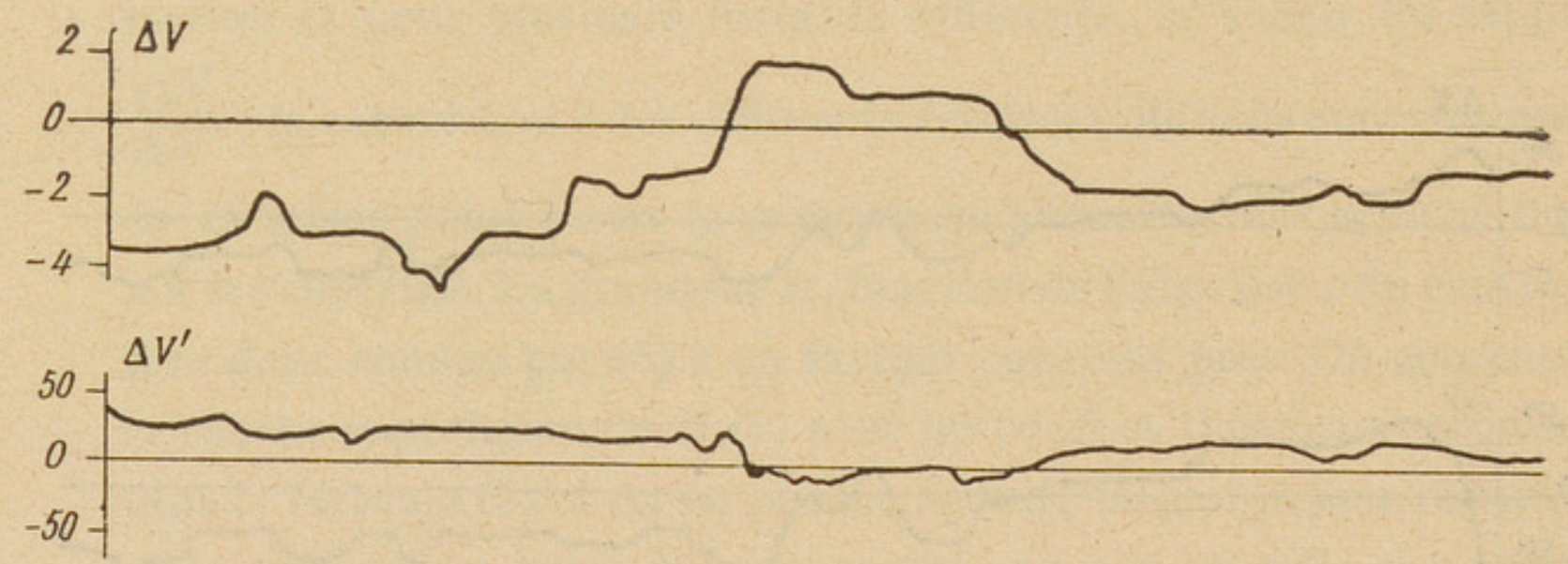


Fig. 12. — *Idem :* Station 14.

Reprenant l'examen des diagrammes ΔV (t), on notera les maxima de la différence de potentiel (ou la valeur moyenne de celle-ci) et, en les portant dans la formule (4), où maintenant tout est connu, on en déduira les maxima de l'intensité du courant émis par le tuyau au point S (ou la valeur moyenne de cette intensité).

Ce procédé a été mis en œuvre sur l'esplanade des Invalides, au dessus d'un tuyau de gaz. Les figures 7 à 13 se rapportent à la comparaison de ΔV et $\Delta V'$. Il faut bien noter que, pour ΔV, l'échelle des ordonnées varie d'une station à l'autre, car il a été fait usage

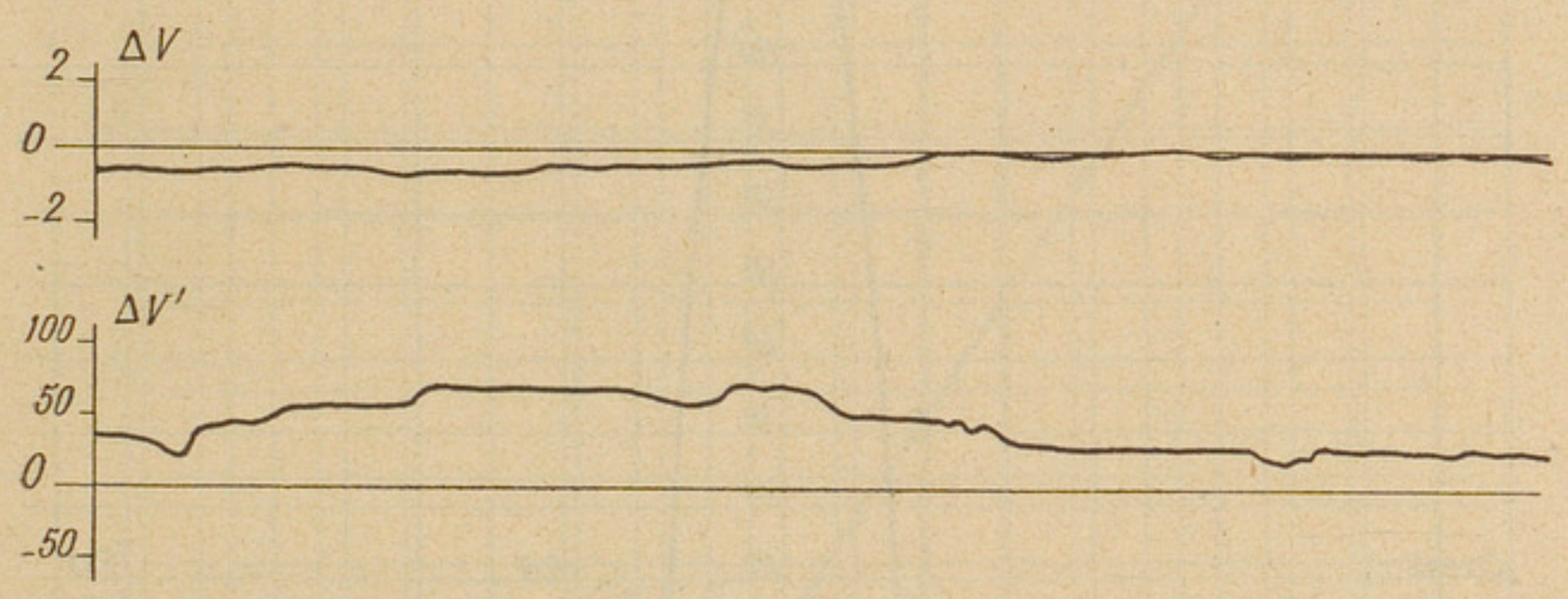


Fig. 13. — *Idem :* Station 17.

successivement des différentes sensibilités du potentiomètre. En comparant les courbes ΔV et $\Delta V'$, on détermine le rapport $\frac{H}{H'}$, et la variation de celui-ci en fonction de l'abscisse O, le long d'un profil, est représentée par la fig. 14. Il a été fait dix-sept stations le long du profil. La demi-longueur d du dispositif différentiel MON était de 90 centimètres, soit 20 millimètres à l'échelle de la figure 14. Soit x'_0 l'abscisse du point où la courbe du rapport $\frac{H}{H'}$ en fonction de x' coupe l'axe des x' ; la relation $H = 0$ est de la forme :

$$x'_0 = \Phi\,(h') \qquad (7)$$

et elle est représentée par la figure 15. En prenant $x'_0 = 0{,}8$, on a $h' = 0{,}7$, soit environ $h = 60$ centimètres.

D'autre part, à la station n° 9 ($x' \equiv 0$) on a observé une différence de potentiel maximum égale à 100 millivolts environ. Le maximum observé de l'intensité du courant émis par le tuyau est

donc de 4 milliampères, si l'on admet une résistivité moyenne de 250 Ω/m pour le sol environnant. En réalité, nous avons vu que le sous-sol n'était pas homogène, étant constitué par trois couches de résistivités décroissantes, et les considérations précédentes ne sont donc qu'approximatives. Il n'y aurait point de difficulté à reprendre le problème en tenant compte de cette circonstance ;

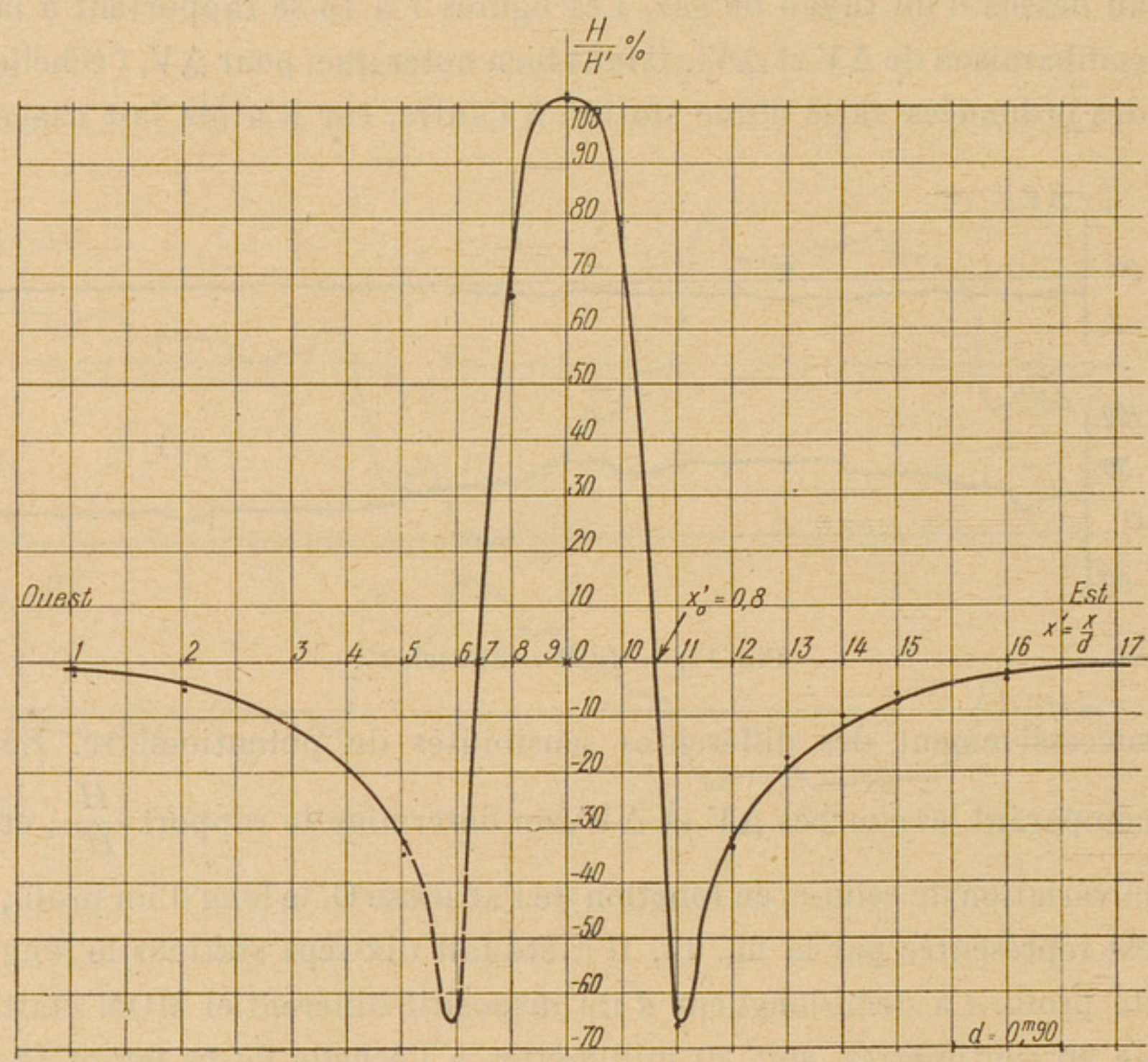


Fig. 14. — Etude d'un chapeau de potentiel créé par une sortie de courant.

au lieu de ne considérer, comme il a été fait pour établir la formule (4) que la source réelle et son image électrique par rapport à la surface du sol, il faudrait faire intervenir en outre une série doublement infinie de sources virtuelles, images électriques successives des sources précédentes par rapport aux plans de stratification séparant les trois terrains et à la surface du sol. Finalement, les conclusions auxquelles nous avons abouti ne seraient que peu modifiées.

Note sur le matériel employé. — *Prises de terre.* — Les prises de terre pour les mesures de différence de potentiel sont faites à

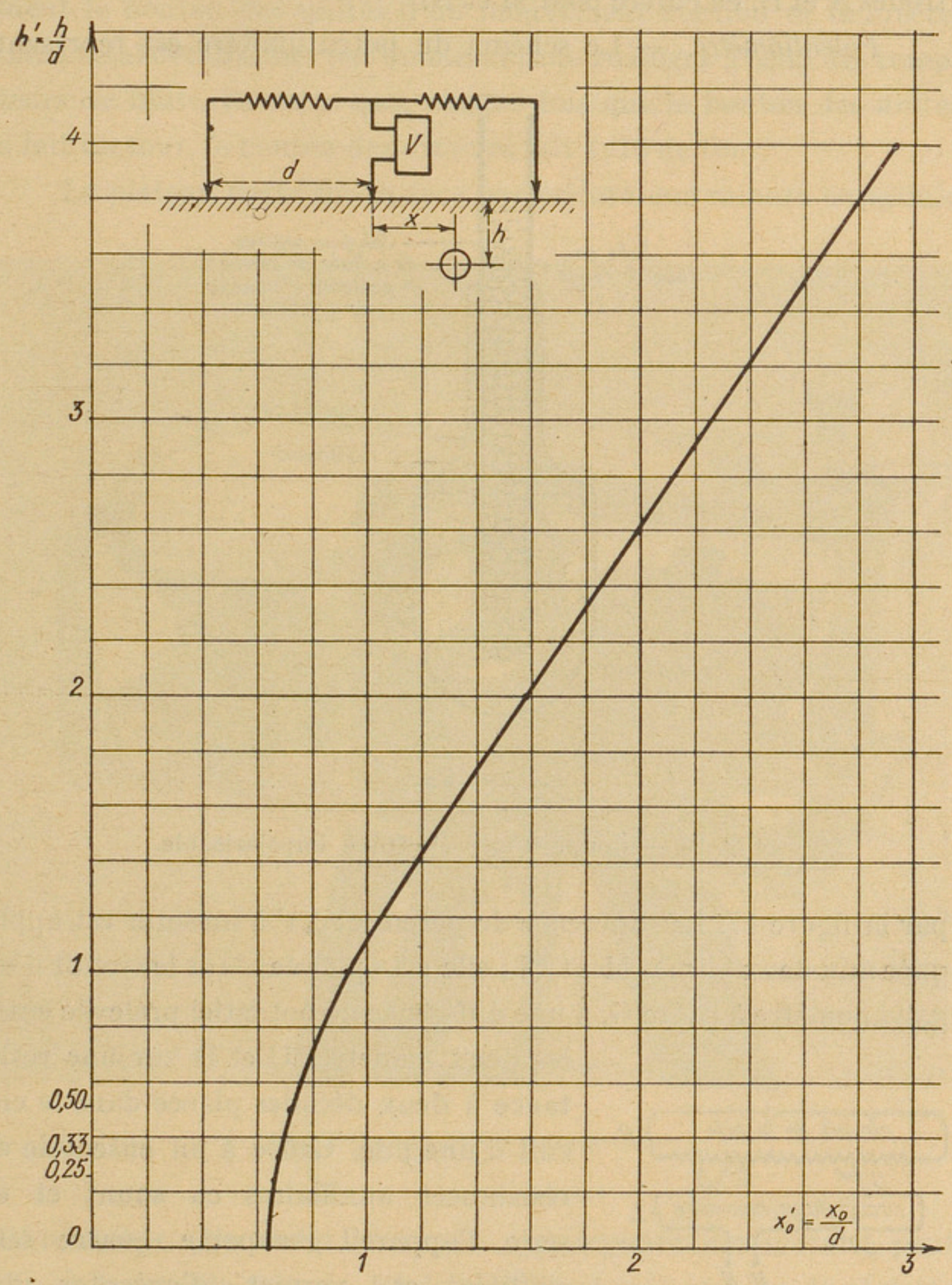


Fig. 15. — Courbe $\frac{x_0}{d} = \Phi\left(\frac{h}{d}\right)$, x_0 étant la valeur de x pour laquelle la différence de potentiel s'annule.

l'aide d'électrodes impolarisables, constituées par des vases poreux contenant une solution saturée de sulfate de cuivre en présence

d'un excès de cristaux (fig. 16). Pour la détermination des résistivités du sol, il est fait usage de piquets de terre en fer pour les électrodes A et B, en cuivre pour M et N.

Potentiomètre. — Le schéma du potentiomètre est représenté

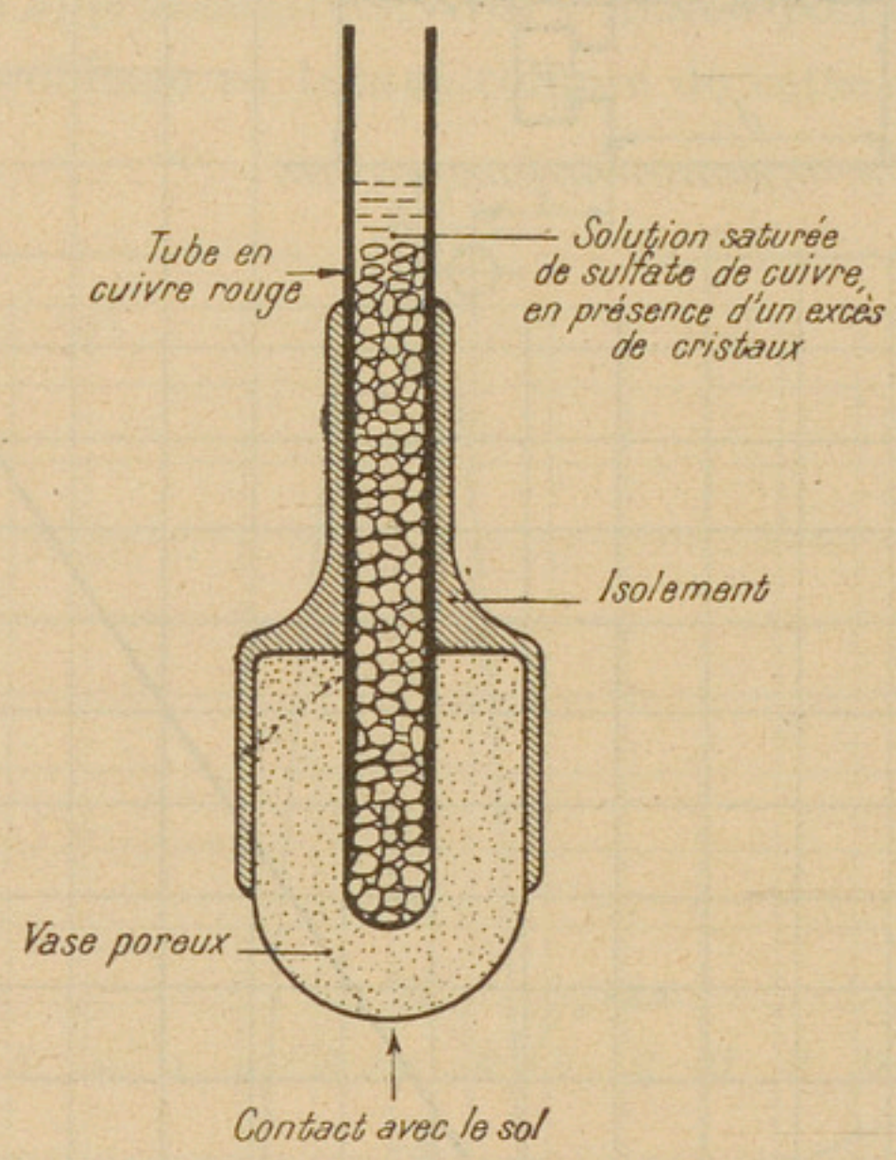


Fig. 16. — Coupe d'une électrode impolarisable.

par la figure 17. La différence de potentiel ΔV à mesurer est appliquée aux deux bornes M et N ; elle est opposée, dans le circuit d'un galvanomètre à cadre G, à une différence de potentiel prélevée entre les deux manettes U et D sur une résistance à deux décades placée dans le circuit d'une pile. Grâce à un ensemble de résistances auxiliaires en shunt et en série, l'appareil comporte quatre sensibilités et permet d'exécuter des mesures depuis 0,05 jusqu'à 500 millivolts.

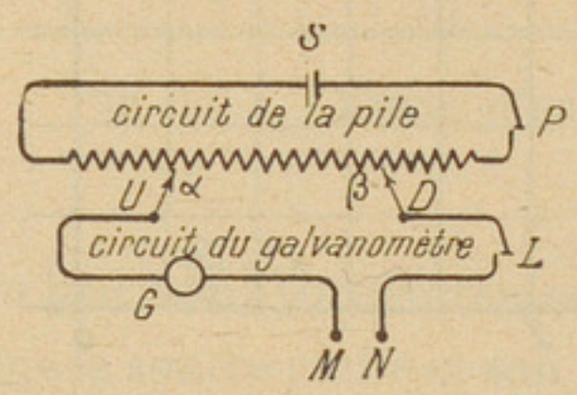


Fig. 17. — Schéma d'un potentiomètre.

Enregistreurs. — Les différences de potentiel à mesurer étant très variables dans le temps, il est nécessaire de les enregistrer pendant une période suffisante. Pour cela, le potentiomètre précé-

demment décrit est monté sur un appareil enregistreur (fig. 18).

Un plateau, que l'on manœuvre à la main, entraîne directement le bouton des unités d'un mouvement continu et indirectement celui des dizaines par un mécanisme analogue à celui des compteurs de tours, de sorte que, chaque fois que le bouton des unités a fait un tour, le bouton des dizaines fait 1 /10 de tour.

Le plateau porte sur sa face postérieure une rainure en spirale

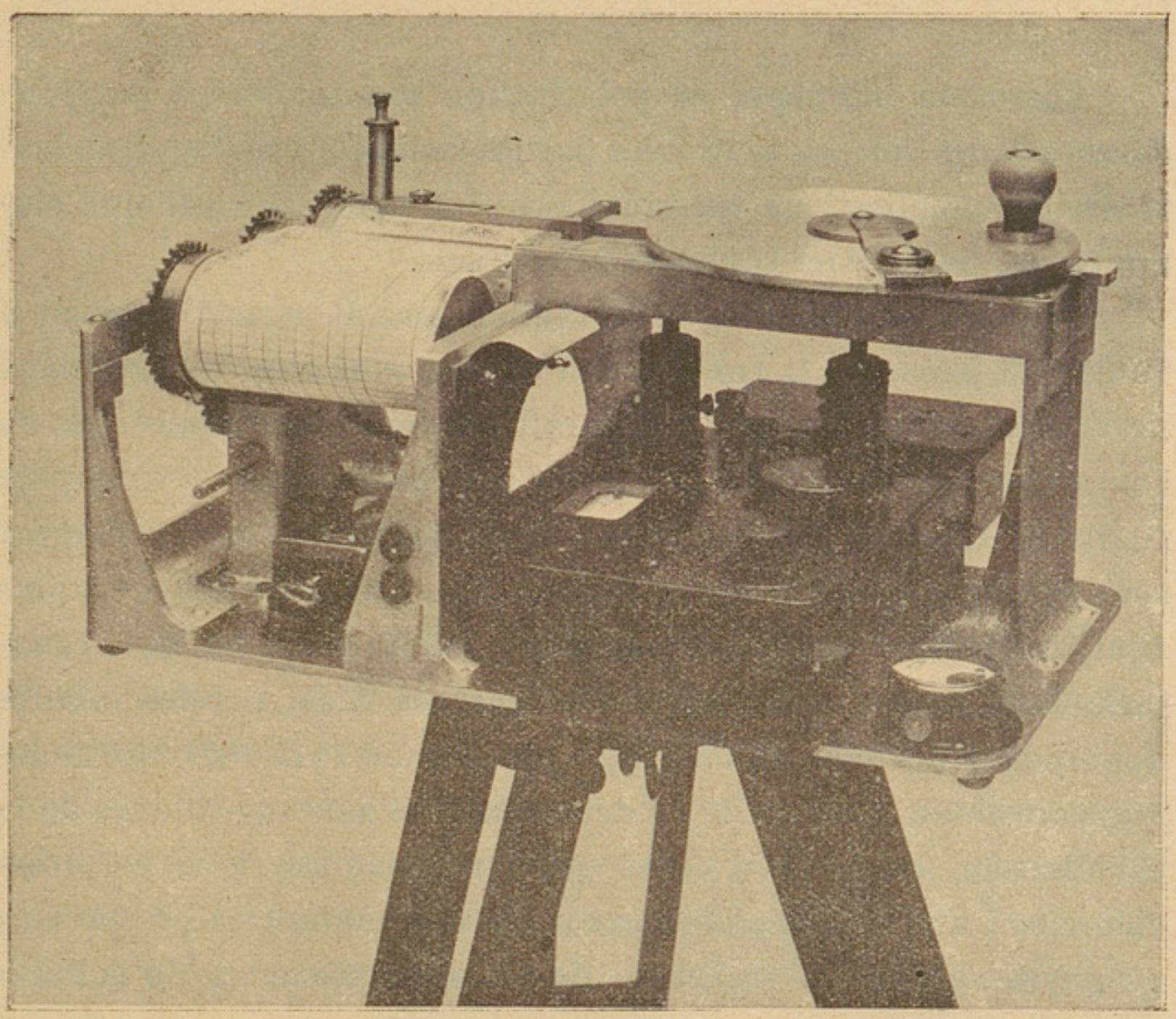


Fig. 18. — Appareil enregistreur.

d'Archimède. Un doigt, fixé sur une réglette horizontale, peut glisser dans cette rainure. En faisant tourner le plateau, la réglette avance ou recule d'une quantité porportionnelle aux rotations du plateau, donc aux indications des boutons du potentiomètre, c'est-à-dire aux différences de potentiel mesurées. Ces déplacements sont inscrits sur le papier à l'aide d'un crayon fixé en bout de la réglette.

Le papier se déplace d'un mouvement de translation uniforme,

perpendiculaire au mouvement de la réglette. Trois tambours sont utilisés pour ce mouvement : le tambour médian est muni de picots et sert à l'entraînement, tandis que les tambours extrêmes servent à emmagasiner du papier perforé. Le tambour médian peut être animé de différentes vitesses, suivant l'échelle des temps choisis ; il est entraîné, soit par un moteur à ressort, soit à la main.

L'appareil est robuste. Il ne pèse que 9 kilos et est supporté par un trépied solide et stable.

Corrosion chimique et polarisation spontanée. — Indépendamment des corrosions causées par les courants vagabonds industriels, les canalisations enterrées peuvent subir une attaque chimique par les liquides contenus dans le sol.

Quand la composition du terrain encaissant varie d'un point à l'autre du parcours, la canalisation de trouvant ainsi plongée dans un électrolyte hétérogène, il apparaît des forces électromotrices de contact entre le métal et le sol, et celles-ci engendrent un champ de courants. C'est le phénomène que nous désignons habituellement sous le nom de *polarisation spontanée.* La surface du sol n'est plus équipotentielle et des ombilics négatifs coiffent les points de la canalisation par lesquels s'échappent des courants. Ainsi, par des mesures de surface n'utilisant qu'un simple potentiomètre et deux électrodes impolarisables, il est facile de déterminer les zones anodiques de la canalisation, c'est-à-dire celles qui sont soumises à la corrosion chimique : une telle exploration est d'usage courant en prospection géophysique pour la recherche de certains gisements de sulfures métalliques (1).

Étude préalable d'un tracé de canalisation. — D'autre part, à des forces électromotrices de contact données, il correspondra, bien entendu, des courants d'autant plus intenses et par suite des corrosions d'autant plus actives que le sol sera plus conducteur. Nous pensons donc qu'il y aura souvent un avantage économique

1. C. & M. Schlumberger, *Comptes-rendus de l'académie des sciences* : t. 170 (1920), p. 519 ; t. 174 (1922), p. 477.

important à comprendre des mesures systématiques de la résistivité du sol dans les travaux d'étude d'une canalisation nouvelle, soit pour éviter la traversée des zones très conductrices si le tracé n'est pas imposé *a priori*, soit, dans le cas contraire, pour délimiter les régions où des précautions spéciales d'isolement, toujours onéreuses, devront être prévues.

DÉVELOPPEMENT DE L'OUTILLAGE AUTOMATIQUE DANS LES RÉSEAUX TÉLÉPHONIQUES FRANÇAIS,

par V. DI PACE,
Ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

Au 1er janvier 1932, les réseaux téléphoniques français desservaient au total 735.200 lignes principales d'abonnement, correspondant à un ensemble de 1.185.500 postes téléphoniques principaux, supplémentaires ou accessoires.

Sur ces 735.200 lignes principales, 187.200, soit 25,45 %, étaient reliées à des centraux automatiques, leur répartition entre Paris et la province étant la suivante :

à Paris : 91.700 sur 189.000, soit 48,5 % ;

en province : 95.500 sur 546.000, soit 17,5 %.

Ce dernier pourcentage ne rend pas compte exactement de l'état réel d'avancement de l'équipement automatique des réseaux de province. Notre pays comporte, en effet, une grande majorité de très petits réseaux téléphoniques. Sur 38.000 communes, 31.939 étaient reliées au téléphone au 1er janvier 1932, 24.423 ayant un réseau particulier. Mais, parmi ce grand nombre de réseaux, 70 seulement dépassent 1.000 abonnés et desservent, dans l'ensemble, 201.000 abonnés sur 546.000. Sur les 345.000 autres, 124.000 appartiennent à 274 réseaux de 201 à 1.000 abonnés (moyenne : 453 par bureau) ; 88.600, à 960 réseaux de 51 à 200 abonnés (moyenne : 92 abonnés) ; enfin132.400, à 23.120 réseaux ne dépassant pas 50 abonnés (moyenne : 5,7 abonnés).

La très grande majorité des bureaux qui desservent ces réseaux ne peuvent se prêter à un équipement automatique proprement dit dans des conditions économiques accessibles et sont destinés soit à recevoir l'équipement automatique rural, soit à constituer des centres manuels de groupements automatiques ruraux. Même parmi les bureaux de plus de 1.000 abonnés, tous ne sont pas propres

à brève échéance à une transformation en automatique avantageuse.

En définitive, le nombre des abonnés de province auquel il y a lieu de comparer les 95.500 déjà desservis par l'automatique est bien inférieur à 546.000 et le pourcentage correspondant dépasse nettement le taux de 17,5 % indiqué plus haut, sans cependant qu'il soit aisé de lui assigner une valeur déterminée, étant donné qu'on ne peut définir avec précision à trop longue échéance la liste des bureaux destinés à recevoir l'automatique, qui, normalement, ne remplace les installations manuelles que lorsque celles-ci sont parvenues à leur limite de service.

Dans les chiffres qui précèdent, ne sont pas compris les abonnés de réseaux automatiques ruraux déjà réalisés. Indiquons en passant qu'au 1er janvier 1932 le nombre de ces réseaux était de 270, desservant 3.550 abonnés.

C'est au cours des cinq dernières années, que l'introduction de l'automatique dans nos bureaux téléphoniques a pris de plus en plus d'importance.

Antérieurement à 1927, les autocommutateurs étaient peu nombreux en France. Tous les bureaux de Paris étaient manuels. En province, les seuls réseaux automatiques étaient ceux de Nice, Orléans, Dieppe, Vichy et le Havre. En outre, deux réseaux, Marseille et Angers, étaient équipés en semi-automatique.

Les installations initialement réalisées dans ces réseaux et l'équipement actuel de ceux-ci vont être décrits rapidement ci-dessous.

***

Nice. — Nice fut la première ville de France desservie par un central automatique. L'installation fut mise en service, en 1913 et 1914. Elle comportait les organes nécessaires pour 2.800 abonnés raccordés au central principal de la rue Biscarra, auquel s'ajoutaient les deux satellites « Magnan » et « Tabacs », prévus pour 200 abonnés chacun. Le matériel employé était du matériel Strowger, construit en Amérique par l'Automatic electric company de Chi-

cago et avait été monté par la Compagnie française pour l'exploitation des brevets Thomson-Houston de Paris.

L'accroissement du nombre des abonnés nécessita plusieurs extensions successives du central principal et des satellites. Avant son remplacement par le nouvel autocommutateur installé dans l'hôtel des Postes récemment achevé de l'avenue Thiers, qui a eu lieu le 21 avril 1932, le central de la rue Biscarra avait une capacité de 6.000 lignes, sur lesquelles 3.700 étaient desservies par du matériel de même type que celui de la partie initiale du bureau et 2.300 par du matériel moderne construit en France correspondant à des extensions postérieures à 1927.

Les satellites, dont la capacité a été portée à 1.000 abonnés, sont en matériel moderne, datant en partie de mai 1925 et en partie d'avril 1927. Ils ont été conservés et raccordés au nouveau central.

La capacité actuelle de ce dernier est de 7.000 lignes. Avec les satellites, l'équipement actuel du réseau de Nice est donc de 9.000 lignes. Il sera bientôt porté à 12.000 par une extension du central de l'avenue Thiers. Le réseau de Nice compte environ 7.300 abonnés.

Parmi les différences qui distinguent le matériel moderne de l'avenue Thiers et des satellites du matériel initialement installé rue Biscarra, l'une des principales consiste dans le mode de présélection, qui utilise des chercheurs doubles au lieu des deux étages de présélecteurs à plongeurs du système Keith. Les présélecteurs à plongeurs sont encore employés en Amérique, moyennant d'ailleurs certaines modifications. En Europe, au contraire, le système Strowger s'est développé soit avec des présélecteurs individuels rotatifs à 10 directions et des deuxièmes présélecteurs à 15 directions (Siemens et Halske), soit avec des présélecteurs individuels rotatifs à 25 directions sans double présélection (Société industrielle des téléphones et système adopté par l'office britannique), soit avec chercheurs doubles (Cie des téléphones Thomson-Houston).

Le nouveau central de l'avenue Thiers comporte en outre des dispositifs facilitant l'entretien et la recherche des dérangements (essais systématiques automatiques des sélecteurs et connecteurs,

recherche automatique des faux appels), que l'on trouve également dans les centraux modernes d'importance comparable.

En même temps que l'autocommutateur, a été mis en service un nouveau central interurbain, également situé avenue Thiers, et comportant des tables ordinaires et des tables de trafic direct et d'inscription combinées permettant la suppression des positions spéciales d'annotatrices. Les opératrices interurbaines atteignent les abonnés du central principal à travers des groupes intermédiaires et les abonnés des satellites automatiquement à l'aide de leur cadran d'appel. Aux heures de faible trafic tous les abonnés sont appelés automatiquement. D'autre part, les abonnés de Nice peuvent être obtenus automatiquement par les opératrices de plusieurs bureaux voisins (Cannes, Monaco, Beaulieu, etc...).

Le réseau de Nice est le plus important des réseaux de la côte d'azur, entre lesquels sera réalisée ultérieurement l'interconnexion automatique d'abonné à abonné.

Angers. — Deux ans après l'automatique de Nice, en 1915, fut mis en service le semi-automatique d'Angers. Il était prévu pour 1200 abonnés. Une seule opératrice suffisait à le desservir, en commandant à l'aide d'un clavier, les organes automatiques qui recherchaient et sonnaient l'abonné demandé.

Comme le matériel de Nice, celui d'Angers était de fabrication étrangère : il provenait de la Bell telephone manufacturing d'Anvers, constructeur en Europe du matériel rotary de la Western electric company et avait été monté par la société Le Matériel téléphonique de Paris.

En 1923, une extension porta à 2.000 la capacité de l'installation, en même temps qu'une deuxième position d'opératrice lui était ajoutée. Enfin, tout récemment, une nouvelle extension de 600 lignes a été réalisée. L'installation est desservie actuellement, à l'heure chargée, par six opératrices ; 2.100 postes d'abonnés lui sont raccordés.

Marseille. — Un autre bureau, du même système semi-automatique rotary, mais d'une capacité bien plus grande puisqu'il

Fig. 1. — Salle des positions manuelles de l'ancien bureau semi-automatique « Colbert », de Marseille.

était prévu pour 9.000 abonnés et quatre satellites, fut mis en service en 1919 à Marseille dans l'hôtel des Postes de la rue Colbert.

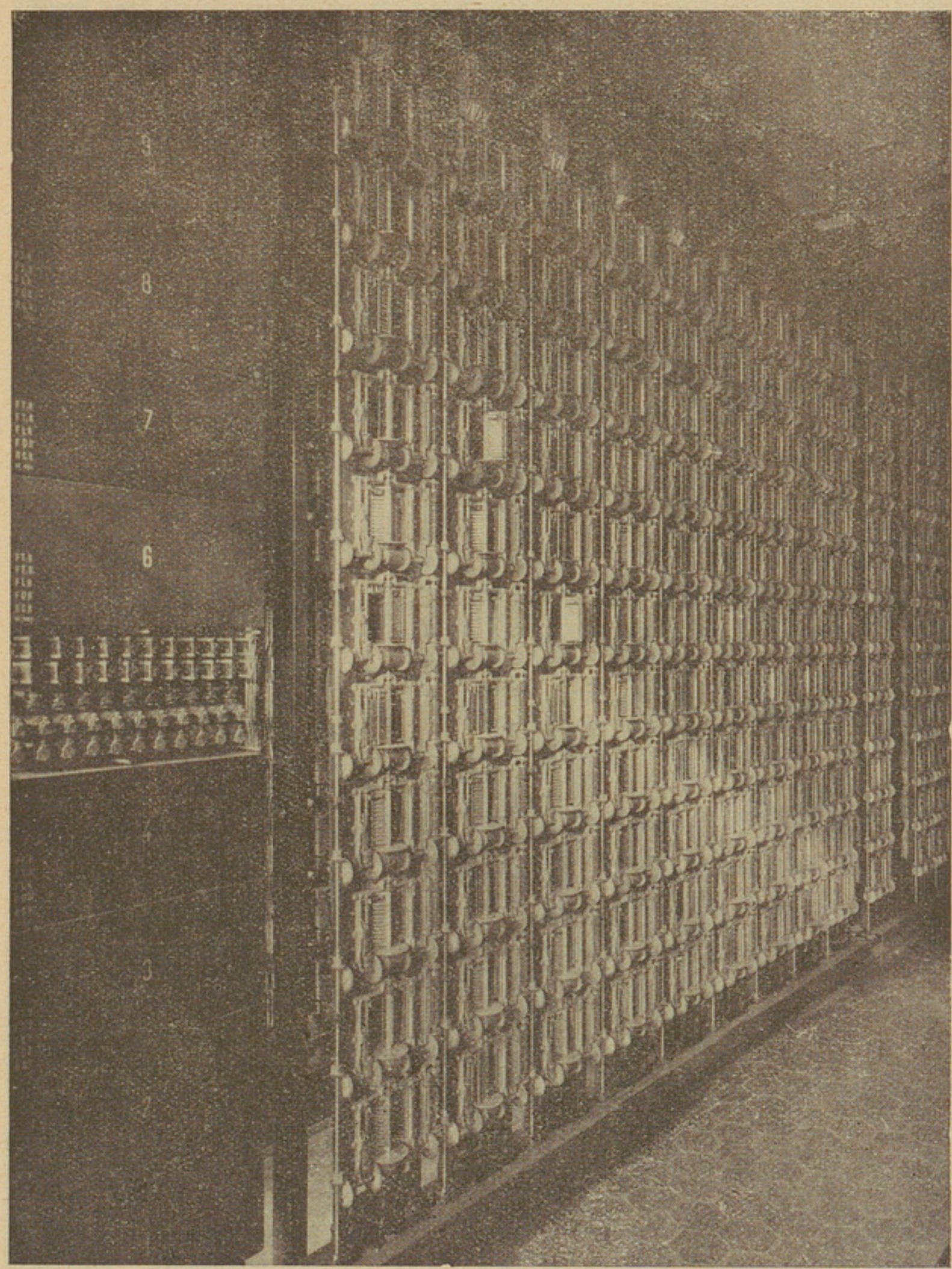


Fig. 2. — Central automatique « Colbert », de Marseille : Bâti de sélecteurs finals.

Ce bureau a fonctionné comme semi-automatique jusqu'en 1927. A cette époque, il a été transformé en automatique complet.

Fig. 3. — Central automatique « Dragon », de Marseille : Chercheurs primaires et sélecteurs finals.

L'année suivante, a été ouvert un deuxième central, entièrement automatique, celui de Dragon, en matériel rotary moderne, du type 7 A, construit et monté par la Société Le Matériel téléphonique, de Paris.

Antérieurement, vers le début de 1925, un multiple manuel à batterie centrale, d'une capacité initiale de 1.000 abonnés portée depuis à 4.000, avait été mis en service à Marseille, dans l'hôtel de la rue Colbert, pour faire face à l'extension du nombre des abonnés au delà des possibilités présentées par le semi-automatique. Ce meuble assure encore le service actuellement, concurremment avec les deux bureaux automatiques « Colbert » et « Dragon » et les quatre satellites de Saint-Just, Saint-Louis, Saint-Marcel et Saint-Giniez, dont les capacités sont respectivement de 400, 600, 200 et 600 lignes d'abonnés.

Un troisième bureau automatique, « National », d'une capacité de 7.000 lignes, est commandé. Un quatrième, « Garibaldi », est en projet. En outre, le satellite de Saint-Giniez va être refait et sa capacité sera portée à 1.000 abonnés.

Le nombre actuel des abonnés de Marseille est d'environ 18.000. Il était de 6.000 en 1919.

Bien que du même principe et du même système, les bureaux de « Colbert » et « Dragon » sont équipés avec des matériels différents, représentant l'évolution du système rotary de 1919 à 1928. En particulier, les chercheurs primaires et secondaires de « Colbert » sont à 60 directions, tandis que ceux de « Dragon » sont à 100 directions ; les sélecteurs de « Colbert » sont à 10 niveaux de 20 directions ; ceux de « Dragon », à 10 niveaux de 30 directions ; les combineurs de « Colbert » sont à axe vertical ; ceux de « Dragon » sont à axe horizontal sauf certains combineurs des circuits d'enregistreurs ; les enregistreurs de « Dragon » emploient des commutateurs rotatifs pas-à-pas, au lieu des « éléments d'enregistreurs » analogues à des combineurs initialement installés à « Colbert » ; ces derniers ont d'ailleurs été remplacés en 1927 par des enregistreurs du type « Dragon », l'entraînement des organes de « Colbert » est assuré par des embrayages magnétiques, tandis qu'à « Dragon » les embrayages sont purement mécaniques.

L'interurbain de Marseille date de 1919. L'appel des abonnés se fait par groupes intermédiaires aux heures chargées et automatiquement aux heures creuses. Les bureaux automatiques comportent, à cet effet, des sélecteurs secondaires entrants effectuant deux sélections : celle des mille et celle des centaines. L'appel des abonnés de Marseille est fait automatiquement à partir de plusieurs bureaux interurbains plus ou moins éloignés, par exemple Avignon, Aubagne, Aix, Salon, Berre, etc...

Orléans. — Le central automatique d'Orléans est en service depuis 1921. Il a été monté par la Compagnie des téléphones Thomson-Houston et est équipé en matériel Strowger. Il comporte des présélecteurs individuels d'abonnés, constitués par des commutateurs rotatifs à 25 directions. Le bureau d'Orléans a une capacité de 2.100 lignes, qu'une extension à l'étude portera à 3.300. Il dessert 1.900 abonnés.

Depuis 1925, les abonnés d'Orléans sont appelés automatiquement par les opératrices interurbaines de Paris.

Dieppe. — Mis en service en 1924, l'automatique de Dieppe est du type Ericsson. D'une capacité initiale de 1.000 lignes, il a été porté récemment à 1.500 et dessert 950 abonnés. Les abonnés de Dieppe sont appelés automatiquement à partir de plusieurs localités voisines de Dieppe (Envermeu, Eu, Neufchâtel, Le Tréport, etc...).

L'interurbain possède le multiplage des abonnés sur les positions.

Rappelons que le système Ericsson emploie des circuits de connexion formés par un chercheur et un sélecteur, mécaniquement semblables, à 500 directions ; le chercheur explore 25 cadres verticaux, correspondant chacun à 20 abonnés dont les lignes sont multiplées verticalement par des fils rigides ; le sélecteur explore également 25 cadres, de 20 lignes auxiliaires vers les connecteurs. Le mouvement des chercheurs et des sélecteurs comporte d'abord une rotation qui l'oriente vers le cadre voulu, puis une exploration radiale de ce cadre.

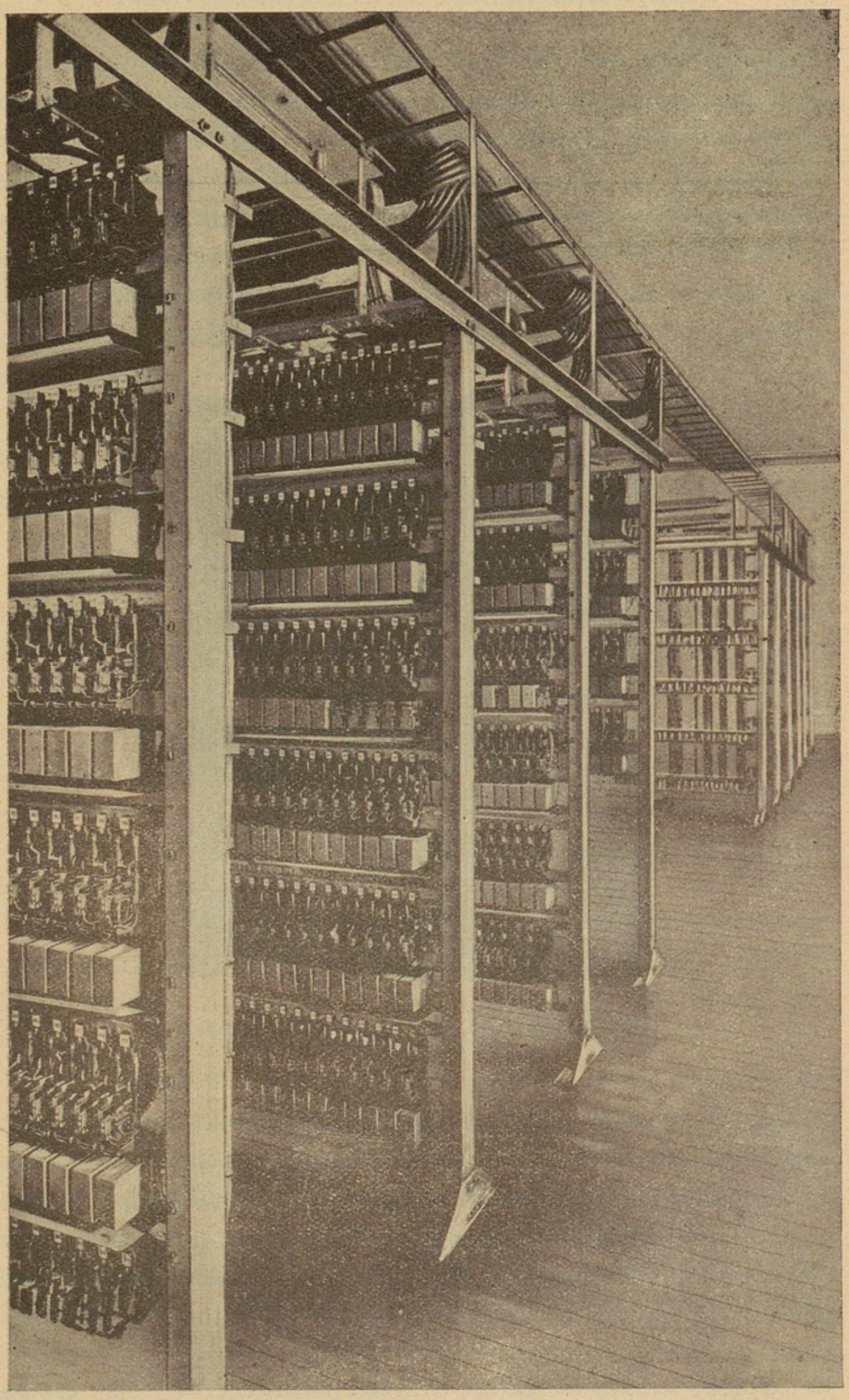


Fig. 4. — Central automatique d'Orléans : vue d'ensemble.

Le mouvement des chercheurs est déclenché automatiquement par l'appel d'un abonné ; celui du sélecteur est commandé par un enregistreur qui s'oriente d'après les impulsions transmises par l'abonné ; il reçoit ensuite des impulsions inverses émises par le sélecteur, et arrête ce dernier lorsqu'il a atteint la position convenable. Le sélecteur cherche alors, par une sélection automatique radiale, une ligne aboutissant à un connecteur libre.

Le connecteur, d'aspect identique au chercheur et au sélec-

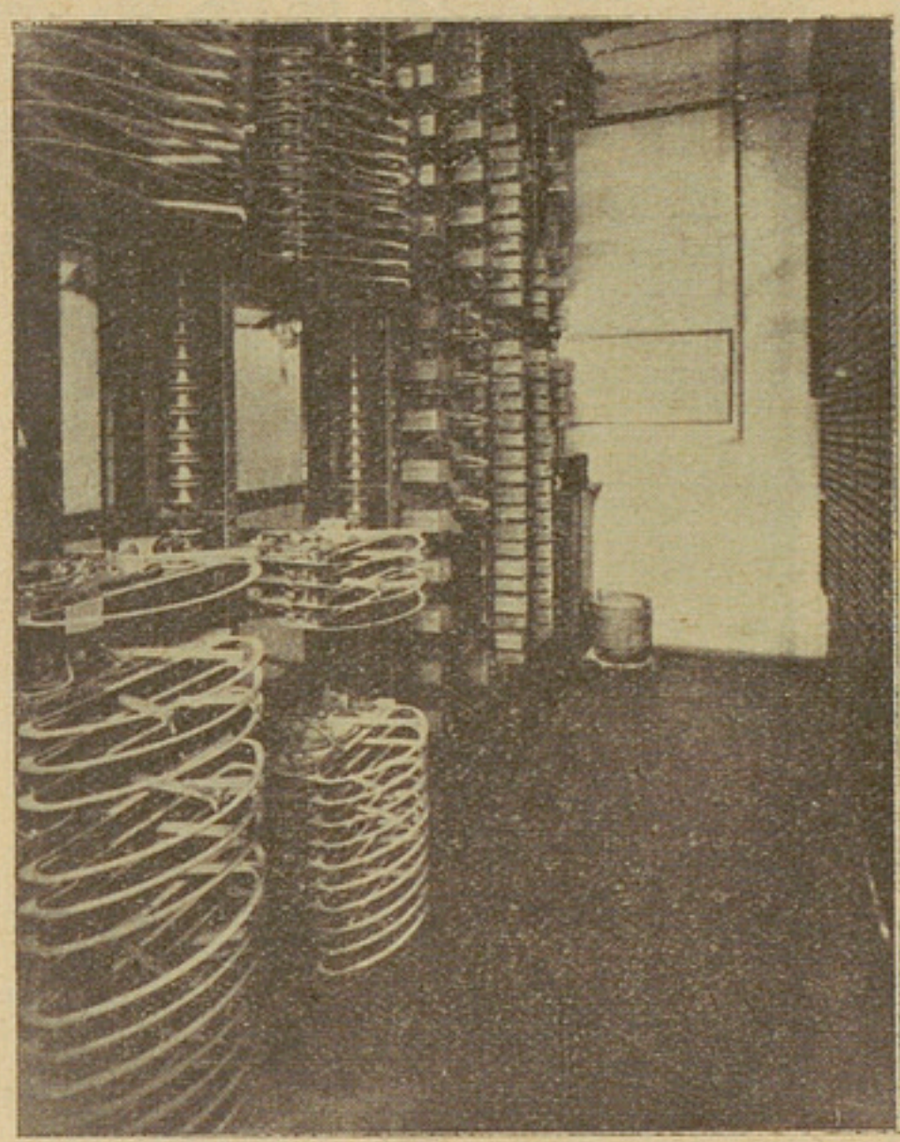


Fig. 5. — Bâti de chercheurs et connecteurs d'un central Ericsson.

teur, obéit à une double sélection numérique commandée par impulsions inverses par la position de l'enregistreur.

Tous les organes sont à entraînement mécanique par engrenages. Les circuits de connexion se relient aux enregistreurs par l'intermédiaire de sélecteurs d'enregistreurs. Ces derniers, de même que les éléments d'enregistreurs, sont des commutateurs rotatifs.

Vichy. — Mis en service en 1925, le bureau de Vichy est du type Strowger et a été construit et installé par la Société indus-

trielle des téléphones. Le matériel Strowger de ce constructeur comporte des présélecteurs rotatifs à 25 directions, donnant accès aux premiers sélecteurs sans interposition d'un deuxième étage de présélection.

D'une capacité initiale de 900 lignes, augmentée trois ans plus tard par une extension de 800, le central de Vichy vient d'être porté à 2.700 lignes. Le nombre actuel d'abonnés est de 1.750. Un satellite de 300 lignes dessert les abonnés de Cusset, qui sont actuellement au nombre de 180.

L'interurbain de Vichy, installé en même temps que l'automatique, possède le multiplage des abonnés sur les positions. Les abonnés du satellite sont obtenus automatiquement.

Le Havre. — Le central automatique du Havre a été mis en service au cours de l'été de 1926. Il remplaçait un multiple manuel à batterie locale, datant de 1895.

Construit et installé par la Compagnie des téléphones Thomson-Houston, il est le premier grand bureau Strowger à chercheurs doubles. Les chercheurs doubles étaient déjà employés depuis 1924 dans le distributeur de trafic du central manuel « Fleurus » (aujourd'hui « Littré ») à Paris et depuis 1925 dans les satellites de Nice.

D'une capacité initiale de 5.000 lignes, le central du Havre vient d'être porté à 6.000 par une extension récemment achevée. Deux satellites, de 1.000 lignes chacun, sont également commandés. Le nombre actuel d'abonnés est de 4.700.

Les opératrices du bureau interurbain du Havre, qui a été mis en service en même temps que l'automatique, atteignent les abonnés aux heures chargées en passant par des groupes intermédiaires, et aux heures creuses par appel au cadran. Peu après la mise en service du central du Havre, l'appel automatique des abonnés du Havre par l'interurbain de Rouen a été réalisé sur les circuits du câble Paris—Rouen—le Havre. En outre les opératrices de plusieurs bureaux voisins du Havre atteignent les abonnés du Havre automatiquement (Yvetot, Fécamp, Etretat, Lillebonne, Honfleur). C'est au bureau interurbain du Havre qu'ont été uti-

lisées les premières tables de trafic direct arrivée ; ces tables sont munies du multiplage des abonnés, et les circuits arrivent sur monocordes, ce qui permet une exploitation très rapide. Par mesure de sécurité, on a fait correspondre à chaque circuit deux monocordes, avec clé permettant de passer de l'un à l'autre. Ces tables présentent également une particularité intéressante : lorsque l'abonné du Havre raccroche en fin de conversation, un courant alternatif est envoyé automatiquement vers le bureau de départ et allume la lampe de fin du dicorde de l'opératrice de départ. Celle-ci est donc prévenue de la fin de la conversation par le raccrochage même de l'abonné demandé.

***

A partir de 1927 les autocommutateurs sont devenus plus nombreux. Quatre centraux ont, en effet, été mis en service en 1927 : Montpellier, Rennes, Fontainebleau et Nantes. Leur capacité totale est de 11.000 lignes.

Montpellier. — Le bureau de Montpellier est du même type que celui du Havre. Il est équipé pour 3.000 lignes et dessert 2.500 abonnés. Le central interurbain, mis en service en même temps que l'automatique, comporte le multiplage des lignes d'abonnés devant les opératrices.

Rennes. — Construit par la Société industrielle des téléphones, le central de Rennes est du même type que celui de Vichy. D'une capacité initiale de 2.000 lignes, il a subi depuis une petite extension d'une centaine de lignes, et dessert 2.000 abonnés. Sa capacité va, d'autre part, être portée incessamment à 2.300 lignes, en attendant une extension plus importante, qui sera faite à l'occasion d'un remaniement des locaux.

Un nouvel interurbain a été mis en service en même temps que l'automatique. Les abonnés sont multiplés sur les tables interurbaines.

Fontainebleau. — L'automatique de Fontainebleau est du type tout à relais. Il a été construit et installé par la Compagnie générale de télégraphie et de téléphonie, qui exploite en France les brevets de la Relay automatic company. Il comporte un satellite à Avon. L'ensemble du bureau principal et du satellite a une capacité de 1.000 lignes et dessert environ 700 abonnés,

Les abonnés de Fontainebleau sont multiplés sur le meuble interurbain, mis en service en même temps. Ceux d'Avon sont

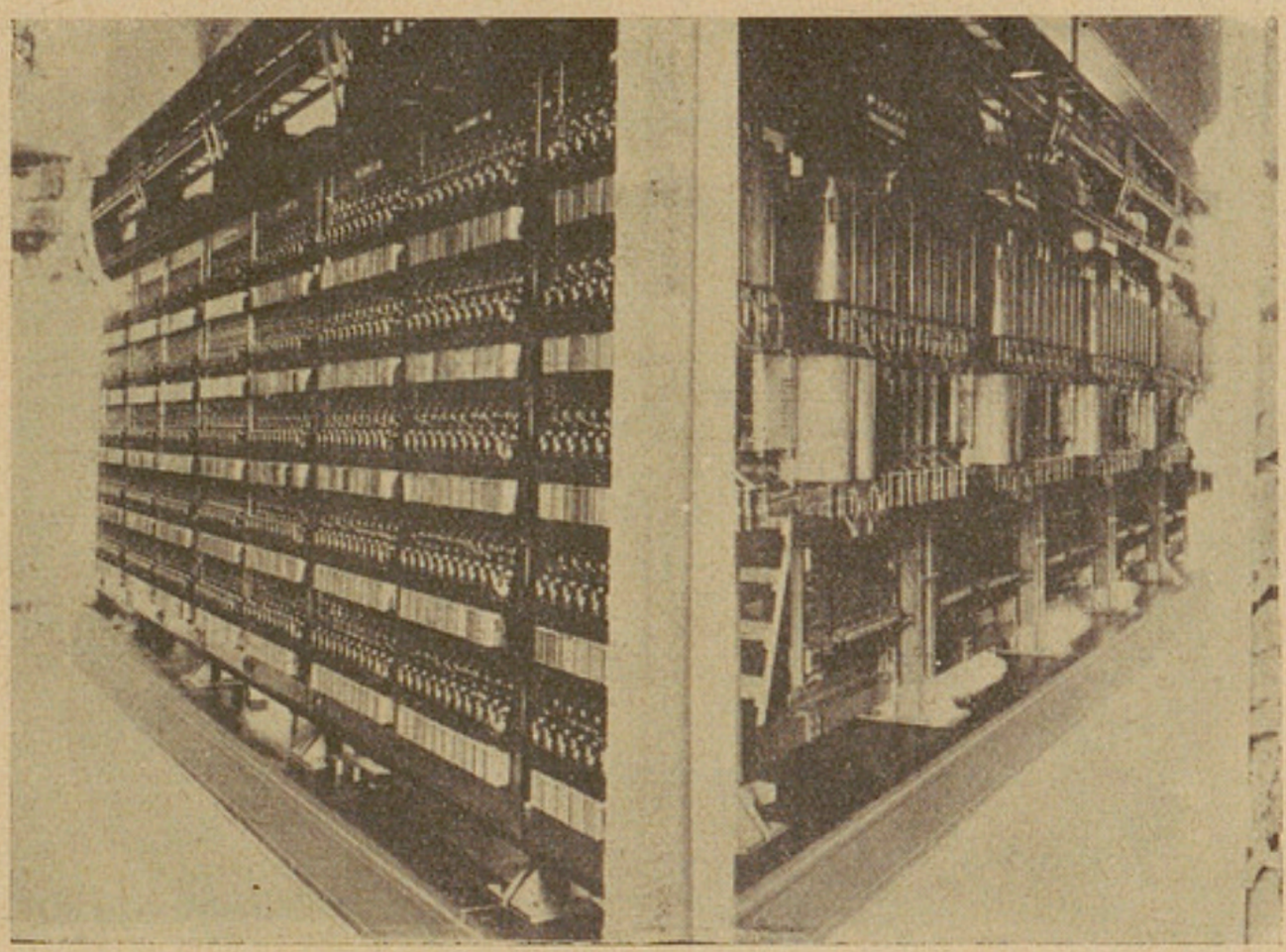


Fig. 6. — Central automatique de Rennes : Bâti d'abonnés, présélecteurs et connecteurs.

appelés automatiquement par les opératrices interurbaines de Fontainebleau.

Les abonnés de Fontainebleau et d'Avon sont appelés par l'opératrice interurbaine de Paris à l'aide d'un cadran d'appel.

Nantes. — Le central automatique de Nantes, prévu pour 5.000 lignes et desservant actuellement 4.350 abonnés, est du système rotary 7A, analogue à celui de Marseille-Dragon dont on a parlé plus haut, aux enregistreurs près. Ces derniers sont, en effet, constitués uniquement par des relais à Nantes, alors qu'ils comportent, à Marseille, des commutateurs rotatifs.

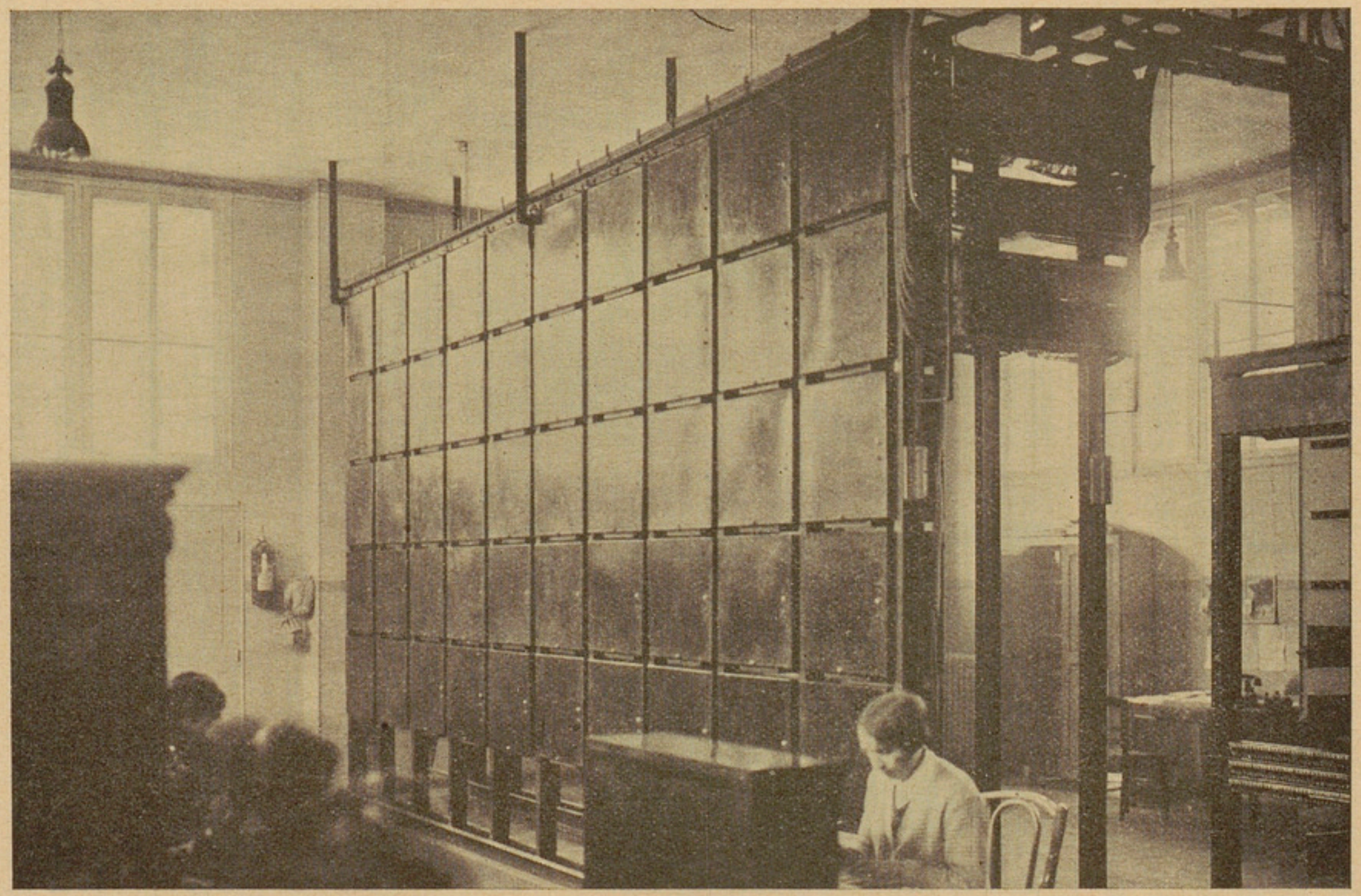


Fig. 7. — Central automatique à relais C. G. T. T. de Fontainebleau.
(Au 1er plan, l'interurbain.)

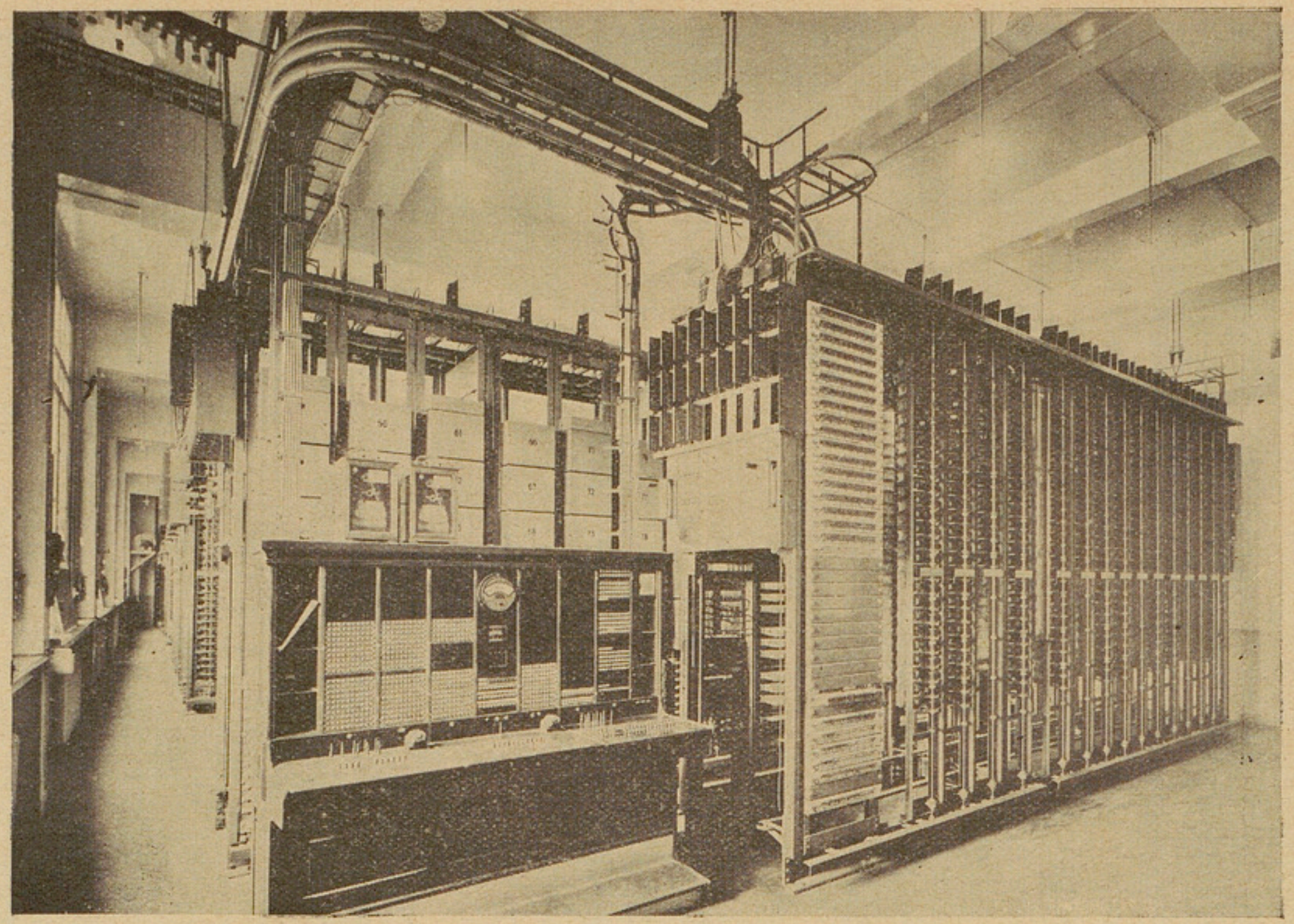


Fig. 8. — Central automatique de Nantes :
Vue d'ensemble, avec la table de contrôle et les chercheurs secondaires au premier plan.

Une extension de ce central et l'adjonction d'un satellite (« Victor-Hugo ») vont être prochainement réalisées.

La mise en service de l'automatique s'est accompagnée de celle de l'interurbain. L'appel des abonnés par l'interurbain s'effectue à travers des groupes intermédiaires.

Les abonnés de Nantes sont appelés automatiquement par les opératrices interurbaines de plusieurs bureaux avoisinants (Saint-Nazaire, Angers, Pont-Rousseau, etc...).

***

Au cours de l'année 1928 le nombre d'abonnés français desservis par l'automatique s'est accru très sensiblement, par suite de la mise en service des centraux de Bordeaux, Lyon-Franklin, Lyon-Burdeau, Colmar, Troyes et Marseille-Dragon.

Bordeaux. — Du même type que ceux du Havre et de Montpellier, le central de Bordeaux a été mis en service au printemps de 1928, avec une capacité de 12.000 abonnés, 6.000 ayant des numéros à quatre chiffres et 6.000 à cinq chiffres. Une extension de 3.000 abonnés vient d'être réalisée. Un deuxième bureau (« Aquitaine ») est prévu. Le nombre actuel d'abonnés dépasse 10.500. L'interurbain préexistant a été conservé ; on a simplement installé de nouveaux groupes intermédiaires pour l'établissement des communications interurbaines. Les tables interurbaines ont reçu également l'équipement voulu pour appeler les abonnés automatiquement aux heures de faible trafic.

Les communications d'arrivée en provenance de Libourne, d'Agen et de petits bureaux voisins de Bordeaux sont établies automatiquement par les opératrices des bureaux de départ.

Lyon. — C'est également au printemps de 1928 que furent mis en service les premiers centraux automatiques de Lyon, « Franklin » et « Burdeau », dont les capacités respectives sont de 6.000 et 7.000 lignes, et le nouvel interurbain, installé dans le même immeuble que l'autocommutateur « Franklin ». Le réseau de Lyon comptait alors environ 13.000 abonnés.

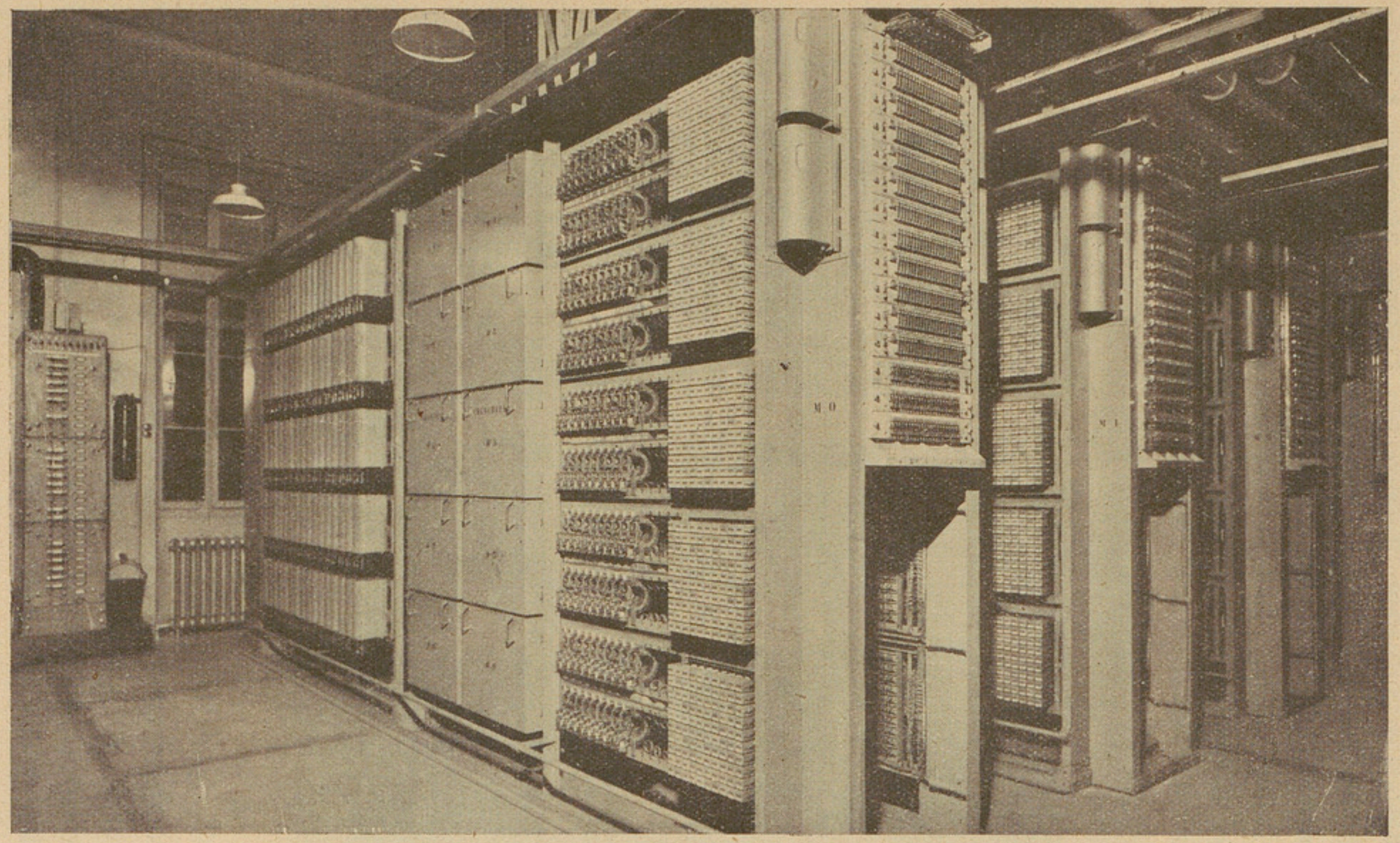


Fig. 9. — Central automatique « Lalande » de Lyon : Bâtis de chercheurs et connecteurs.

Les deux autocommutateurs, du système Strowger à chercheurs doubles de la Cie des téléphones Thomson-Houston, fonctionnaient concurremment avec le bureau manuel « Vaudrey ». Ultérieurement, on a incorporé au réseau de Lyon celui de Villeurbanne, desservi alors par un meuble manuel. Trois nouveaux

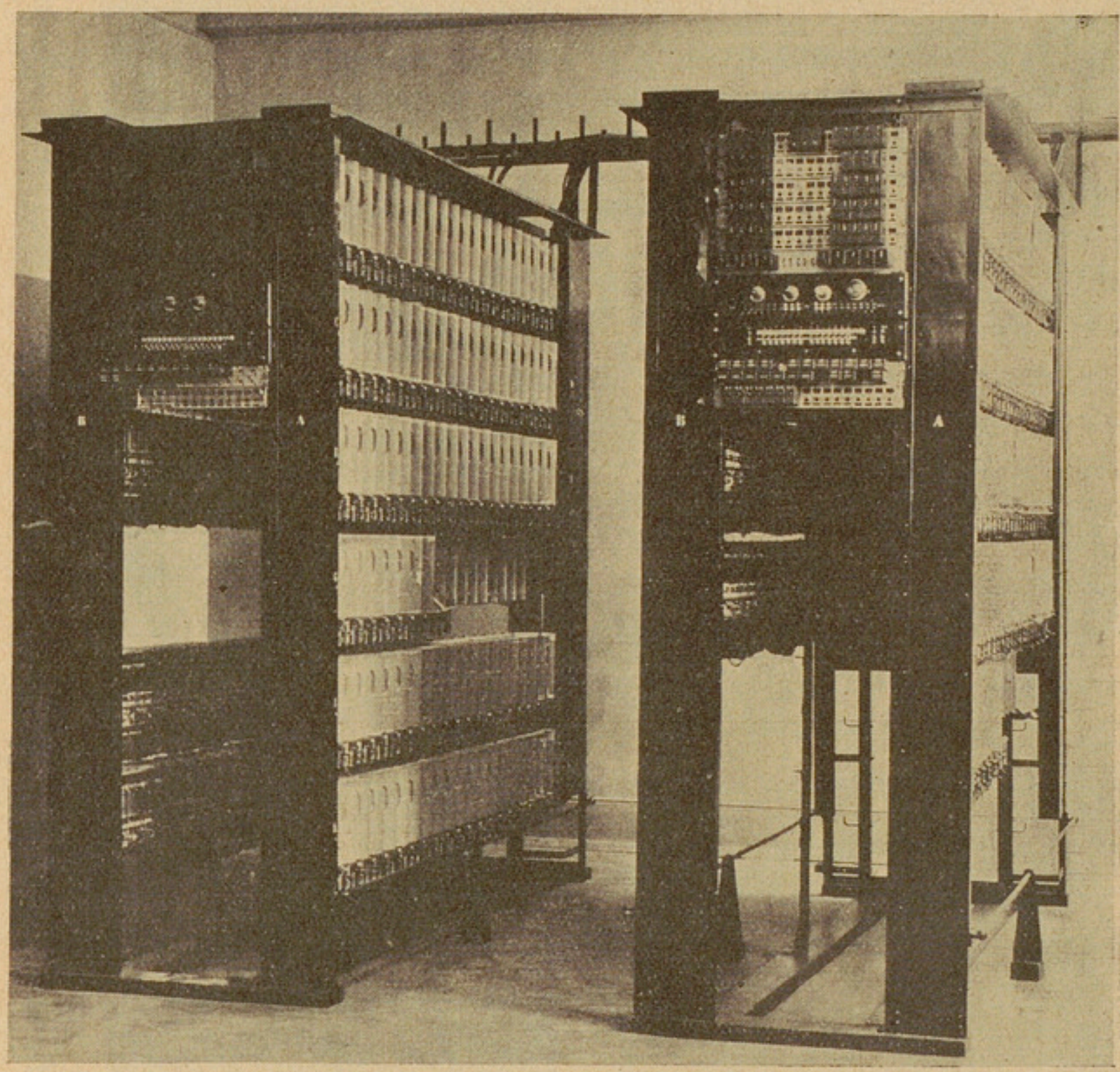


Fig. 10. — Central automatique de Colmar : Bâtis d'abonnés.

autocommutateurs ont été mis en service par la suite : en 1930 le central « Lalande » (6.000 lignes) ; en 1932, le central « Moncey » (7.000 lignes) qui a remplacé le manuel de Vaudrey, et celui de Villeurbanne (2.000 lignes), qui a remplacé l'ancien meuble manuel du même nom. Tous les abonnés de Lyon, qui sont au nombre d'environ 18.600, sont donc desservis par des automatiques.

En outre, on poursuit actuellement, dans le réseau de Lyon, la construction des bureaux satellites de « Vaise » (1.000 lignes, extensible à 2.000), « Gerland » (500, extensible à 1.000) et « Combe Blanche » (500, extensible à 1.000).

Un autre grand bureau (« Parmentier ») et des satellites d'importances diverses sont envisagés pour assurer l'extension future du réseau automatique de Lyon.

La sélection automatique des abonnés de Lyon à partir des tables interurbaines de Saint-Etienne à travers le câble souterrain Lyon—Saint-Etienne, a été réalisée.

L'appel automatique des abonnés de Lyon est pratiqué ou prévu à partir de plusieurs localités voisines de Lyon (Oullins, Tassin, Ecully, etc...).

Colmar. — Le bureau automatique de Colmar a été construit par la Société des téléphones Grammont. Il est du système Strowger, chaque ligne d'abonné étant terminée par un présélecteur rotatif à 25 directions. D'une capacité initiale de 1.600 lignes, il a été porté à 2.300 par une récente extension et dessert en ce moment 1.500 abonnés.

Un interurbain nouveau a été mis en service en même temps. Il comporte le multiplage des abonnés sur les tables interurbaines.

Troyes. — Avec le bureau de Troyes, mis en service en 1928, a fait son apparition en France le système R 6, sur lequel quelques renseignements seront donnés dans un prochain article. Le bureau a été construit par la Compagnie des téléphones Thomson-Houston.

D'une capacité de 2.100 lignes, l'autocommutateur de Troyes vient d'être porté à 3.000. Le nombre actuel d'abonnés est de 1.900.

En même temps que l'autocommutateur, a été mis en service un nouvel interurbain. Les opératrices y disposent du multiplage d'un certain nombre de connecteurs par centaine d'abonnés et atteignent ainsi un abonné quelconque en composant sur leur cadran d'appel les deux derniers chiffres de son numéro.

En ajoutant le bureau de Marseille-Dragon (10.000 lignes) dont il a été parlé plus haut, on voit que l'année 1928 a été marquée par la mise en service, en province, de six autocommutateurs, d'une capacité totale de 38.700 lignes. Il faut joindre à cette capacité celle du premier bureau automatique de Paris, « Carnot » (6.000 lignes), qui porte ainsi à 44.700 le nombre de lignes automatiques à l'actif de l'année 1928.

***

Trois bureaux de province ont été mis en service en 1929, Rouen, Nîmes et Epinal.

Rouen. — Le bureau automatique de Rouen est du système Strowger à chercheurs doubles de la Compagnie des téléphones Thomson-Houston. Sa capacité initiale était de 6.000 lignes. Il dessert actuellement 5.000 abonnés et va reeevoir une extension de 2.000 lignes. L'interurbain a été ouvert en même temps que l'automatique.

Les abonnés de Rouen sont obtenus automatiquement par les opératrices interurbaines du Havre. De même les abonnés du Havre sont obtenus automatiquement par les opératrices de Rouen. L'appel automatique des abonnés de Rouen est également pratiqué à partir de bureaux de la banlieue de Rouen : une cinquantaine de circuits sont équipés pour ce mode d'exploitation (Dieppe, Evreux, Elbeuf, etc...). Ces bureaux peuvent obtenir en outre un autre bureau quelconque d'entre eux et même les abonnés du Havre par les circuits de trafic direct ordinaires qui sont accessibles aux opératrices.

Dans la banlieue de Rouen, à Bihorel, est installé un petit central automatique d'une capacité de 100 abonnés. L'exploitation est entièrement automatique, les abonnés de Bihorel peuvent, à l'aide de leur cadran, obtenir les abonnés de Rouen, et réciproquement. Une telle communication est automatiquement taxée pour deux communications urbaines. L'extension de ce mode d'exploitation à plusieurs autres bureaux est à l'étude.

Le bureau interurbain de Rouen comporte des tables ordinaires et des tables de trafic direct de départ et d'arrivée.

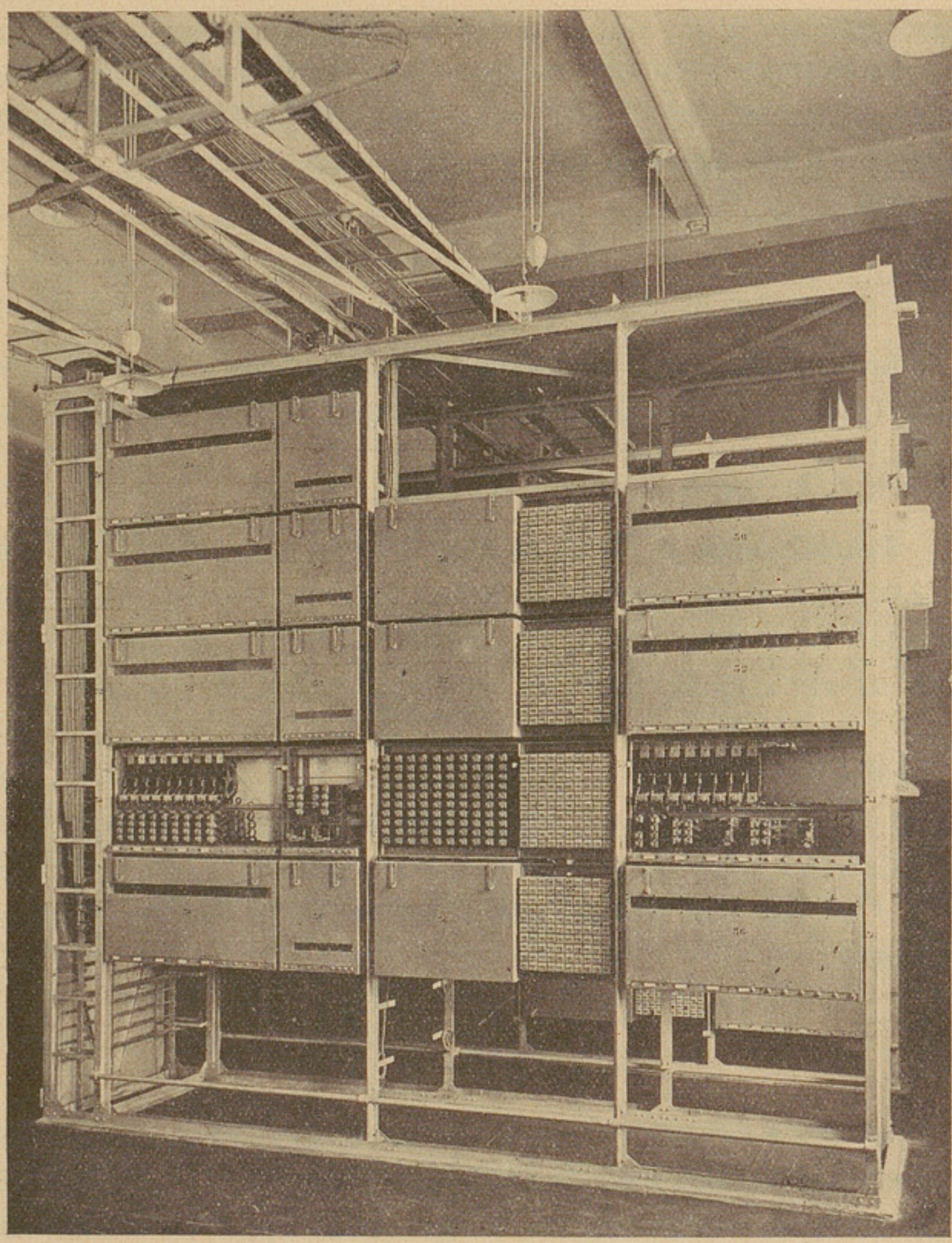


Fig. 11. — Central automatique de Nîmes : Bâti d'abonnés.

Nîmes et Epinal. — Ces deux bureaux ont des capacités respectives de 1.800 et 1.200 lignes et desservent respectivement 1.500 et 1.050 abonnés. Une extension de 400 lignes est commandée

pour Epinal. Tous deux sont du système R6 de la Compagnie des téléphones Thomson-Houston, et sont analogues au bureau de Troyes.

En ce qui concerne Paris, le central « Gobelins » (10.000 lignes) a été également mis en service au cours de l'année 1929, ce qui porte à 19.000 lignes la capacité des autocommutateurs ouverts en 1929.

***

Au cours de 1930, ont été mis en service les bureaux R6 de Saint-Quentin et de Roanne et le bureau Strowger de Lyon-Lalande, dont on a déjà parlé.

Saint-Quentin et Roanne sont des bureaux d'une capacité de 2.000 et de 1.500 lignes, desservant actuellement 1.350 et 1.150 abonnés. Leurs interurbains comportent le multiplage des connecteurs interurbains sur les positions d'opératrices, comme à Troyes.

Plusieurs centraux parisiens ont été également ouverts au trafic en 1930 : « Diderot », « Vaugirard », « Wagram », l'extension de « Carnot », « Trudaine », soit 42.000 lignes. Au total, l'année 1930 a été marquée par la mise en service de 51.500 lignes automatiques.

***

Au cours de 1931 ont été mis en service, en province, les bureaux automatiques de la Rochelle, Nancy, Reims, Deauville, Toulon, Brest et Saint-Etienne, ainsi que le premier millier du central automatique de Nice-Thiers.

La Rochelle. — Les installations de la Rochelle consistent en un central automatique de 1.600 lignes à la Rochelle, un satellite de 300 lignes à la Pallice, équipés en système R6, et un interurbain commun. Le nombre actuel des abonnés est d'environ 1.200. Une

particularité intéressante de cette installation est que les communications locales du satellite sont établies sans immobiliser aucune ligne vers le bureau central, contrairement à ce qui a généralement lieu dans les satellites urbains, où une communication entre deux abonnés du satellite immobilise deux lignes auxiliaires entre le satellite et le bureau principal. On doit d'ailleurs remarquer qu'au point de vue économique la solution consistant à libérer du trafic local les lignes vers le bureau principal n'est pas nécessairement la plus avantageuse : elle ne le devient que si le trafic local du satellite est relativement important, ce qui est le cas de la Pallice. Si, en effet, elle permet de réduire le nombre des lignes, par contre elle entraîne l'installation, au satellite, d'un certain nombre d'organes supplémentaires, permettant la rupture de la liaison vers le bureau principal quand la communication est destinée à un abonné du satellite.

Nancy. — D'une capacité de 6.000 lignes et desservant actuellement 4.500 abonnés, le central de Nancy est du type Strowger de la Société industrielle des téléphones et analogue aux centraux de Vichy et de Rennes. Les abonnés de Nancy sont appelés automatiquement par certains bureaux interurbains du voisinage.

Le central interurbain de Nancy, dont l'installation était récente, a été conservé et adapté à l'automatique. Il comporte des groupes intermédiaires pour l'appel des abonnés par les opératrices interurbaines.

Reims. — Le nouveau central de Reims est un autocommutateur R6, d'une capacité de 4.000 lignes dont 2.700 sont dès maintenant occupées.

Un nouvel interurbain a été mis en service en même temps. Les opératrices interurbaines appellent les abonnés à l'aide des deux derniers chiffres de leurs numéros, comme dans les autres bureaux R6 dont il a été parlé. Les circuits de voisinage sont en outre multiplés sur les positions d'annotatrices, ce qui permet de donner très rapidement les communications concernant les localités

voisines de Reims. Les abonnés de Reims sont appelés automatiquement par les opératrices de plusieurs bureaux interurbains voisins.

Deauville. — Bureau R6, d'une capacité de 1.500 lignes desservant environ 800 abonnés, en liaison avec l'autocommutateur de Trouville, qui vient d'être mis en service en avril 1932. Les communications entre les deux bureaux sont passibles d'une taxe double de la taxe urbaine et enregistrée automatiquement.

Un interurbain neuf a été ouvert en même temps que l'automatique et est équipé pour desservir les deux bureaux de Deauville et Trouville.

En attendant la mise en service de l'autocommutateur de Trouville, les opératrices de l'ancien bureau manuel obtenaient automatiquement les abonnés de Deauville.

L'interurbain de Deauville est équipé pour appeler à l'aide de deux chiffres les abonnés de Deauville et à l'aide de trois ceux de Trouville. Il est outillé pour l'exploitation en trafic direct des communications interurbaines.

Toulon, Brest et Saint-Etienne. — Bureaux R6; le premier, d'une capacité de 2.400 lignes, dessert 1.350 abonnés ; le deuxième, d'une capacité de 1.600 lignes, dessert 1.100 abonnés ; le troisième, d'une capacité de 6.000 lignes, dessert 3.500 abonnés.

Des interurbains neufs ont été mis en service en même temps que l'automatique dans ces trois villes. Ils comportent tous trois l'appel des abonnés par deux chiffres.

On arrive ainsi, pour l'année 1931, à l'ouverture en province de centraux automatiques d'une capacité de 22.400 lignes. A Paris, ont été inaugurés, au cours de cette même année, les centraux de « Danton », « Passy », « Nord-Combat », « Archives-Turbigo » et « Odéon », dont la capacité atteint 66.000 lignes. 88.400 lignes automatiques ont donc été mises en service en 1931.

Depuis le début de 1932 et jusqu'au 1er août, ont été ouverts au service à Paris les autocommutateurs « Ségur » (8.000 lignes), « Etoile » (6.000), « Elysées » (10.000), « Anjou » (10.000), « Auteuil » (10.000), et « Jasmin » (4.000), et en

province les centraux de Lyon-Moncey (7.000 lignes, système Strowger), Nice (7.000 lignes, système Strowger), Trouville (800 lignes, système R6, à interconnexion automatique avec Deauville), Pau (3.000 lignes, système R6), et quatre bureaux à interconnexion mutuelle automatique équipés en système Siemens et Halske dans la région nord d'Ille-et-Vilaine par la Cie générale de télégraphie et de téléphonie : Saint-Malo (500 lignes), Saint-Malo-Rocabey (600), Saint-Servan (400) et Paramé (200) ; les communications entre les bureaux de Saint-Malo et ceux de Paramé et Saint-Servan sont taxées automatiquement au double de la taxe urbaine.

Est prévue en outre pour 1932 l'ouverture des centraux de Lille-Boitelle (2.000 lignes), Lille-Faidherbe (6.000), Saint-André (300), Croisé-Laroche (600), Roubaix (8.000), Croix (800), Lannoy (300), Mouvaux (200) et Wattrelos (300), tous en système R6 à enregistreurs de la Compagnie des téléphones Thomson-Houston, ainsi que Dinard (1.000), Cancale (150), Saint-Lunaire (100) et Saint-Briac (100) en système C.G.T.T. Siemens.

A Paris, seront ouverts les centraux « Kléber », « Marcadet » : en tout, 20.000 lignes. C'est donc plus de 100.000 lignes automatiques qui seront mises en service en 1932.

***

On peut rassembler dans le tableau suivant la capacité totale équipée des bureaux automatiques mis en service chaque année depuis 1927 :

ANNÉE	PARIS	PROVINCE	OBSERVATIONS
1927		11.000	
1928	6.000	38.700	
1929	10.000	9.000	
1930	42.000	9.500	
1931	66.000	22.400	
1932	48.000	19.500	réalisé au 1er août.
	20.000	19.850	prévu.

Ces chiffres, auxquels il y aurait lieu d'ajouter, du moins pour la province, les extensions réalisées dans les bureaux existants, donnent la mesure des progrès réalisés en France, au cours de ces dernières années, dans l'outillage des bureaux centraux téléphoniques

---

Notes et souvenirs sur

L'ÉTABLISSEMENT DES PYLONES DU POSTE DE T.S.F. DE CROIX D'HINS.

Parmi les travaux du général Ferrié, qui ont intéressé directement l'administration des Postes et Télégraphes, il faut citer l'établissement de la section radiotélégraphique de Croix d'Hins, près de Bordeaux, qui a été réalisée avec le concours des Américains et qui porte le nom de Lafayette. Les Américains étaient représentés par le major Sweet et le capitaine Cook. Les fondations furent confiées par le général Ferrié, alors colonel, à M. Harel de la Noë, qui vient de mourir le 29 octobre dernier dans sa quatre-vingtième année, inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées, officier de la Légion d'honneur. Bien que ce travail ait été exposé dans le *Génie civil* du 9 juillet 1921, nous croyons qu'il n'est pas inutile d'en rappeler les traits principaux aux lecteurs des *Annales*.

Les pylônes, au nombre de huit, sont des tours métalliques tripodes de 250 mètres de hauteur [1], qui ont été fournies par les Etats-Unis ; mais c'est aux Français que revenait la charge de faire les fondations. Les plans ne les indiquaient que d'une façon toute schématique. Or l'emplacement choisi se trouvait au milieu des landes et l'on avait affaire à du sable mouillé. C'est cette particularité qui fit songer à recourir à M. Harel de la Noë, qui s'était fait remarquer par des ouvrages à la mer exécutés dans le département des Côtes du Nord. Antérieurement, il avait aussi construit, dans la Sarthe, des ponts métalliques originaux : le célèbre pont en croix du Mans et divers viaducs en acier.

1. Chacune de ces tours pèse environ 560 tonnes. Elles ont été construites pour supporter l'action d'un vent de 150 kilos par mètre carré et une traction horizontale de 10.000 kilos au sommet.

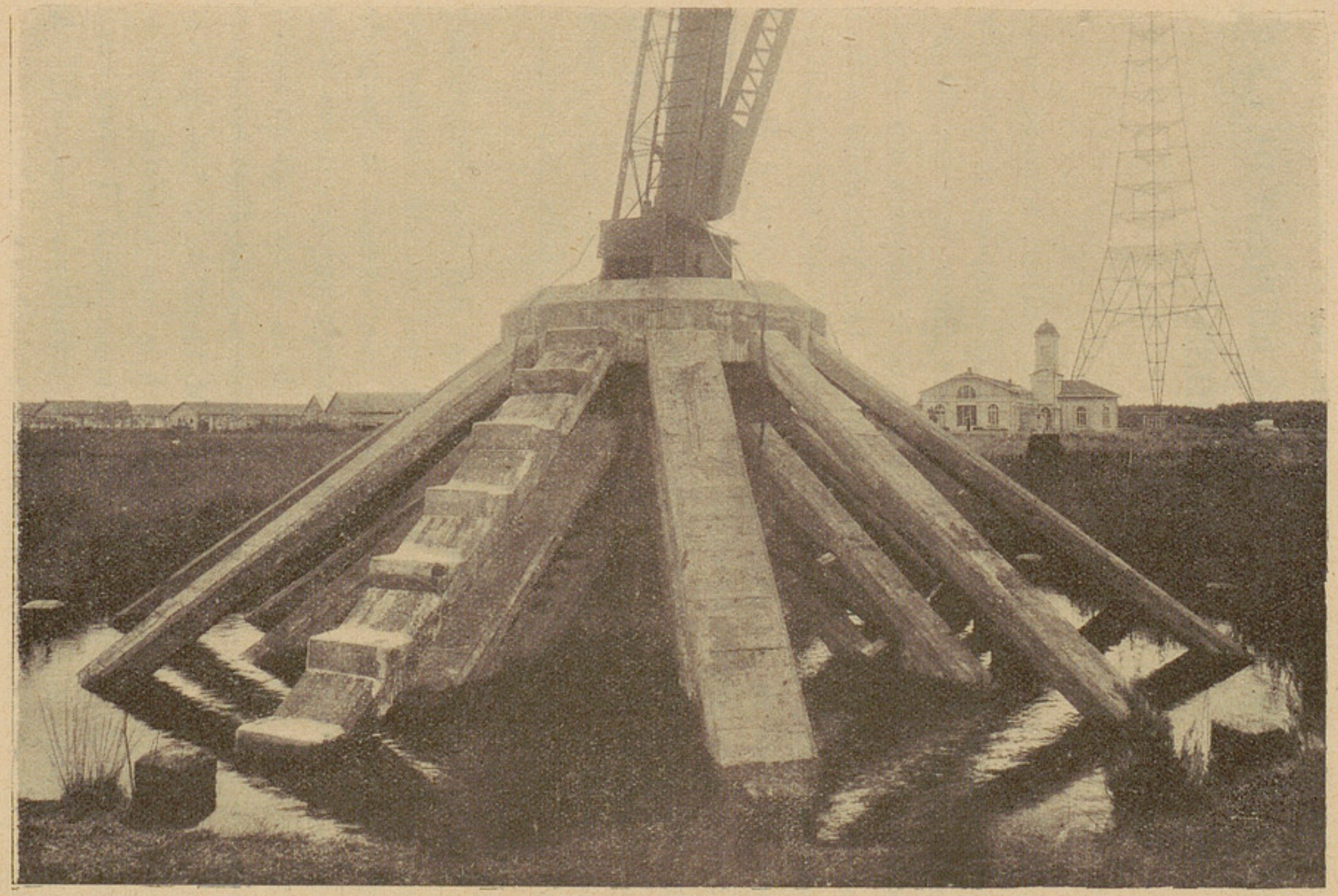


Fig. 1. — Socle de pylône.

Dès le début, l'autorité militaire aurait bien eu besoin de croquis pour s'orienter dans la préparation des diverses constructions qui devaient lui incomber ; mais l'impossibilité de recevoir des dessins par télégraphe entraîna des retards fort gênants : cette difficulté, si heureusement résolue aujourd'hui par M. Belin, se fit alors cruellement sentir. Puis les plans d'exécution de la charpente métallique arrivèrent ; mais, tant que le capitaine Cook ne fut pas là, ils ne purent servir à peu près à rien, à cause des signes

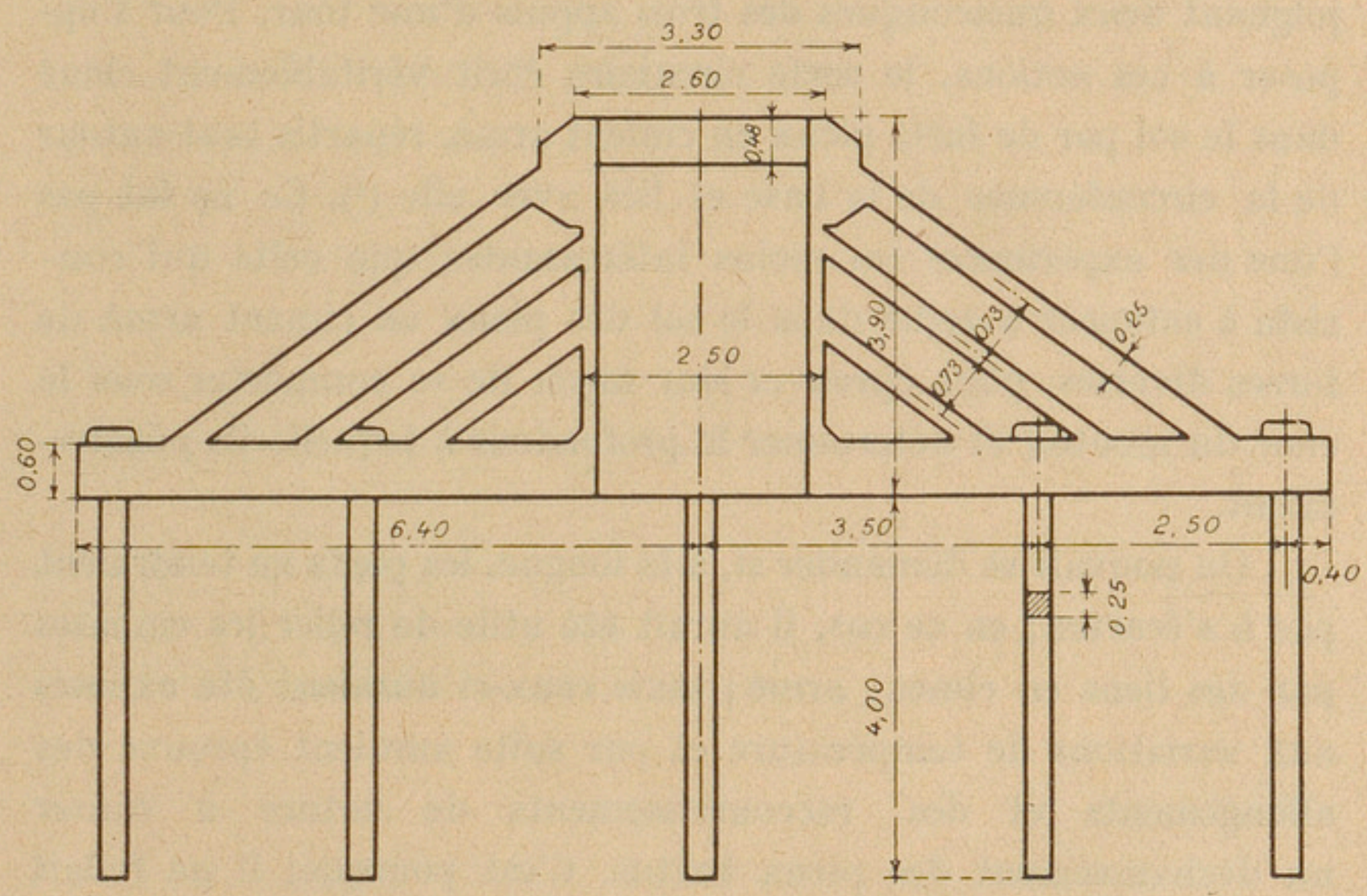


Fig. 2. — Fondations d'un socle de pylône.

conventionnels en usage dans les usines américaines, que l'on ne parvint pas à déchiffrer complètement, de sorte qu'il y avait incertitude sur les assemblages. Quoiqu'il en fût, M. Harel de la Noë imagina de faire reposer chaque pied d'une tour tripode sur une embase pyramidale à socle circulaire. Ainsi donc, on se contentait d'araser le sol ; puis, sur la surface de niveau ainsi préparée au ras du sol, il y avait une rondelle circulaire constituant une aire de grande surface, en ciment armé, avec un fort rebord circulaire rattaché au centre par des rayons formant nervure : on avait là un plan indéformable. Du centre, montait une colonne de faible hauteur, au sommet de laquelle était emprisonné le sabot métal-

lique qui devait être relié par une cheville maîtresse, formant rotule, à l'extrémité inférieure de la charpente de fer. Cette colonne de ciment armé était l'axe d'une triple pyramide d'étais en ciment armé, faisant bloc avec elle et avec le socle (fig. 1 et 2).

Mais il n'y avait pas seulement à considérer le poids de la construction : il pouvait se faire qu'on eût à compter avec des efforts de dérapage horizontaux ou de renversement autour de la ligne joignant deux quelconques des trois appuis d'une tour. Pour s'opposer à ces actions, le socle circulaire était véritablement cloué dans le sol par de forts pieux en ciment armé, répartis tout autour de la circonférence de la base et liés avec elle (1). Ce ne fut pas l'une des expériences les moins intéressantes que celle qui consista à enfoncer à refus dans le sol des pieux en ciment armé de forces diverses, pour éprouver leur façon de se comporter sous le choc du mouton et déterminer la profondeur à laquelle ils pénétreraient.

On pouvait se demander si, à la longue, les pieds ne tendraient pas à s'écarter ; en ce cas, il aurait été utile de relier les embases par des liens en ciment armé ; mais ceux-ci auraient été exposés aux variations de température et par suite auraient éprouvé des allongements et des raccourcissements de nature à causer un déchaussement des pieux battus. C'est pourquoi il ne fallait recourir à ces liaisons supplémentaires que si la nécessité s'en faisait absolument sentir. Il y avait d'ailleurs des moyens prévus pour permettre de reconnaître avec le théodolite s'il se produisait le moindre déplacement dans la position des chevilles ouvrières. Or l'expérience a prouvé que rien n'a bougé, et par suite l'efficacité du système adopté par M. Harel de la Noë s'est trouvée démontrée (2). Ces tours ont été faites pour supporter un effort horizontal d'environ dix tonnes au sommet.

---

1. Le socle circulaire en béton armé, de 13^{m},50 de diamètre et 20 centimètres d'épaisseur, repose sur vingt-neuf pieux en béton armé, fichant d'environ 4 mètres, de 25 centimètres sur 25 d'équarrissage, engagés par l'abord supérieur dans les nervures radiales qui raidissent le socle circulaire.

2. Deux tiges d'acier rond de 22 millimètres, l'une scellée au plateau du massif, l'autre scellée à un pieu en béton armé de 4 mètres enterré dans le sol,

La prise de terre a été étudiée par le colonel Ferrié et M Abraham, professeur à l'Ecole normale. Le mode de montage a été très remarquable : on a commencé par établir, au centre des trois pieds, une tour provisoire allant jusqu'à la hauteur prévue de la première ceinture.

Le nombre des ouvriers charpentiers américains fut de plus de trois cents ; ils réclamèrent immédiatement leur rapatriement dès la nouvelle de l'armistice et ils partirent effectivement, les travaux n'étant pas terminés, afin de ne pas risquer de perdre leur place dans l'industrie privée. Il y eut des tractations nouvelles et tout put être repris et achevé.

Il est à noter qu'avant l'arrivée du personnel de montage tous les drainages et toutes les installations sanitaires et d'hygiène avaient été effectués et contrôlés avec la plus grande vigilance par les autorités américaines.

Il y avait, pour faciliter le travail, une vaste organisation de voies ferrées. M. Pomey, ingénieur des Postes et Télégraphes, qui était adjoint au colonel Ferrié, eut aussi à discuter avec M. Chappaz la fourniture de l'énergie électrique. Le chef du génie était M. Ostermann. Le représentant sur place de M. Harel de la Noë était M. Laporte, conducteur des Ponts et Chaussées (1).

J.-B. P.

---

ont été placées dans le prolongement l'une de l'autre, à une distance de 14 millimètres. Ces tiges, dans les parties en regard, ont été entourées de résine pour éviter l'oxydation de l'acier. Le tout était enfoncé dans le sol à environ 50 centimètres de profondeur. Ce dispositif avait été placé, au moment de la construction des fondations en 1919, à l'un des massifs de chacune des tours n° 1 et n° 2 (c'est-à-dire des deux tours du premier traversier).

Les mesures de l'intervalle entre les deux tiges, faites en novembre 1929, ont donné 13 millimètres et 13^{mm},5. La différence entre ces chiffres et la distance primitive, 14 millimètres, est de l'ordre des erreurs de lecture. On peut donc affirmer que, d'après ces dispositifs, les massifs des tours 1 et 2 n'ont subi aucun déplacement latéral.

Pour permettre une vérification plus précise, une triangulation des sommets et des massifs des tours a été effectuée en juillet 1930.

1. Les renseignements numériques complétant, au bas des pages la présente note ont été communiqués par M. Lhermitte, ingénieur des Postes et Télégraphes.

Quelques facteurs économiques dans les projets de

CABLES SOUS-MARINS POUR LA TÉLÉPHONIE PAR COURANTS PORTEURS, [1]

par J.-R. VEZEY.

L'étude et la réalisation des liaisons radiotéléphoniques entre des pays et des continents très éloignés ont été activement poursuivies. Jusqu'à présent, on s'est moins intéressé à la question des liaisons téléphoniques économiques entre des pays plus rapprochés, mais séparés par la mer. En général, on peut dire que le nombre de liaisons téléphoniques nécessaires entre deux localités quelconques de même importance est d'autant plus grand que ces localités sont plus rapprochées. C'est pourquoi il est probable que les cas de liaisons multiples correspondront à de petites distances et, dans ce cas, les liaisons à l'aide de câbles sous-marins constitueront une solution plus commode que les liaisons par la radiotéléphonie.

Malheureusement, les câbles isolés au papier et sous plomb ne conviennent que dans le cas de profondeurs n'excédant pas environ 100 brasses (200 mètres), car l'enveloppe de plomb pourrait être écrasée par des pressions plus grandes. De plus, les câbles de ce type ne peuvent être utilisés dans le cas d'un fond de mer accidenté car, par suite de mouvements, l'enveloppe du câble pourrait être endommagée. C'est pourquoi l'emploi des câbles sous plomb est assez limité et souvent seuls les câbles isolés à la gutta-percha ou avec une substance analogue peuvent être utilisés. De plus, le câble à conducteurs multiples isolé à la gutta-percha (le premier câble téléphonique sous-marin était de ce type) ne peut

---

1. Traduction d'un article paru dans l'*Electrical communication* d'avril 1931.

être utilisé dans tous les cas, car son poids et ses dimensions en empêchent l'emploi dans le cas des grandes profondeurs. Parmi les types de câbles actuellement utilisés, deux seulement conviennent pour toutes les profondeurs :

a) Câble à conducteur unique à charge continue sous gutta avec un conducteur de retour concentrique mis à la terre : les câbles de Key West à la Havane sont de ce type ;

b) Câble à conducteur unique non chargé sous gutta avec un conducteur de retour concentrique mis à la terre : le câble de Ténérife à Gran Canaria est de ce type ([1]).

Limitation des possibilités d'emploi des câbles chargés. — Etant donné l'augmentation rapide de l'affaiblissement avec la fréquence ainsi que les troubles dûs à l'intermodulation (deux phénomènes propres aux câbles à charge continue), il est impossible d'utiliser la téléphonie par courants porteurs sur ce type de câble, sauf dans le cas de très petites distances. On peut dire qu'en général on ne peut réaliser dans ce cas qu'une seule liaison téléphonique à fréquence vocale avec deux fils. Pour pouvoir appliquer le principe d'équilibrage, il est nécessaire que le point d'amorçage des oscillations soit supérieur à l'affaiblissement total du câble pour toute la bande de fréquences utilisée. Dans le cas des câbles de Key West à la Havane, les points d'amorçage correspondaient à 30 à 35 décibels pour toute la bande des fréquences vocales. Les perfectionnements modernes, en diminuant les irrégularités d'impédance, permettront probablement de reculer jusqu'à 40 décibels le point d'amorçage des oscillations. C'est pourquoi 40 décibels est l'affaiblissement maximum que l'on peut admettre dans le cas d'un système équilibré. En employant les métaux magnétiques et les diélectriques universellement adoptés et en supposant que, dans l'avenir, le poids des câbles ne pourra dépasser considérablement le poids des câbles existants, la distance maximum pour laquelle les câbles de ce type peuvent

---

2. Voir l'article de F. T. Caldwell *The Tenerife—Gran Canaria and Algeciras—Ceuta cable systems* dans l'*Electrical communication* d'avril 1931.

être employés est de 200 milles marins (370 kilomètres). Naturellement, dans le cas des faibles profondeurs, cette distance pourra être un peu augmentée.

Possibilités offertes par les câbles non chargés pour la téléphonie par courants porteurs. — Dans le cas des câbles non chargés, l'accroissement de l'affaiblissement avec la fréquence est beaucoup plus progressif et l'introduction de la charge n'amène pas d'effets d'intermodulation ; c'est pourquoi les restrictions indiquées plus haut n'existent pas. Pendant la fabrication et après la pose du câble de Ténérife à Gran Canaria, on a pu obtenir un point d'amorçage des oscillations de 50 décibels pour les fréquences jusqu'à 30.000 p : s. L'affaiblissement correspondant était également d'environ 50 décibels. C'est pourquoi l'on peut appliquer, dans le cas de ce câble, le système de téléphonie à deux fils avec équilibrage aux fréquences assez élevées pour permettre d'utiliser six voies téléphoniques à courant porteur en plus de la voie à fréquence vocale. La longueur de ce câble est de 40 milles marins (75 kilomètres). Il est évident qu'un câble de ce genre est, au moins pour les petites distances, beaucoup plus économique que le câble chargé, car il permet d'établir un bien plus grand nombre de voies de communication.

En consentant à réduire de moitié le nombre de liaisons téléphoniques par courants porteurs, on peut accroître considérablement les possibilités d'emploi des câbles de ce type en adoptant le système de téléphonie à quatre fils, c'est-à-dire en utilisant des bandes de fréquences différentes pour les « voies d'aller » et pour les « voies de retour ». Les conditions relatives au point d'amorçage des oscillations dans le cas de la téléphonie par deux fils ne sont plus nécessaires dans ce cas et l'affaiblissement peut être considérablement augmenté au delà de 50 décibels. On a proposé de construire des câbles de ce type ayant un affaiblissement de plus de 100 décibels.

Hypothèses relatives aux caractéristiques principales du câble. — Les remarques précédentes montrent les possibilités

qu'offrent les câbles non chargés de ce type. Lors de l'établissement du projet, il faut considérer les trois variables suivantes :

Le poids du conducteur en cuivre central,

Le poids de l'isolant (gutta-percha),

Le poids du conducteur en cuivre formant la voie de retour.

En faisant l'étude économique, on a dû faire certaines hypothèses, indiquées ci-dessous, relatives aux caractéristiques essentielles du câble.

1. *Résistance.* — La résistance se compose de trois parties : la résistance ohmique du conducteur central, l'effet Kelvin relatif au conducteur central et la résistance du conducteur de retour. La difficulté principale réside dans le calcul de l'effet Kelvin. La méthode adoptée consiste à calculer l'effet Kelvin en appliquant la formule théorique [1] relative aux conducteurs cylindriques pleins et à effectuer ensuite les corrections relatives aux conducteurs toronnés. Ces corrections, d'autant plus importantes que la fréquence est plus élevée, ont été déterminées expérimentalement On a supposé que la température était partout égale à 60° F (15°,5 C).

2. *Inductance.* — Lorsque la fréquence augmente, le courant dans le conducteur de retour se rapproche de plus en plus du diélectrique et il en résulte une diminution de l'inductance correspondante. C'est pourquoi le calcul exact de l'inductance à l'aide de formules purement théoriques est assez compliqué. On a adopté dans ce cas une méthode qui consiste à calculer l'inductance d'après les dimensions de l'âme en supposant qu'elle est constituée par un conducteur central cylindrique plein entouré d'un cylindre creux en cuivre, isolés l'un de l'autre. Ensuite on effectuait les corrections, dont la valeur était déterminée expérimentalement en faisant des essais avec des âmes de différentes dimensions.

3. *Capacité.* — La capacité des câbles en gutta-percha, pour les fréquences employées en téléphonie par courants porteurs, est beaucoup plus petite que pour le courant continu, mais varie très peu avec la fréquence. Dans tous les cas, on a admis la valeur de 2,92 pour la constante diélectrique ; c'est la valeur

---

1. Alexander Russell, *Alternating currents*, 1914, vol. I, p. 229.

caractéristique pour la gutta-percha ordinaire pour les fréquences élevées.

4. *Perditance.* — La perditance varie considérablement avec la température et la pression d'eau et, naturellement, avec la nature du diélectrique employé. Les valeurs adoptées ont été calculées à l'aide de la formule suivante, qui donne la perditance correspondant à la bande de fréquences considérée, dans les conditions normales, dans le cas d'un câble sous-marin posé pour les mélanges standard de gutta-percha :

$$\frac{G}{C} = 0{,}0105\ F^{1{,}28},$$

où G = perditance en micromhos par mille marin,
C = capacité en microfarads par mille marin,
F = fréquence en p : s.

Détermination du poids économique du conducteur de retour. — En étudiant au point de vue économique les câbles non chargés pour la téléphonie par courants porteurs, avant d'aborder la question des propositions optima du cuivre et de la gutta-percha, il est utile de déterminer le poids le plus économique du conducteur de retour. Dans le cas des câbles télégraphiques non chargés, quelle que soit leur longueur et la vitesse de transmission, le cas le plus favorable, au point de vue économique, correspond au minimum du rapport du poids de la gutta-percha au poids du cuivre ; le poids de la gutta-percha est donc déterminé par l'épaisseur minimum du diélectrique considérée comme nécessaire. La figure 1 représente les rapports des poids du cuivre et de la gutta-percha pour les différents diamètres des conducteurs utilisés en télégraphie. Nous avons admis ces valeurs dans l'étude préliminaire du poids du conducteur de retour.

On a étudié les affaiblissements correspondant à différentes fréquences dans le cas des âmes dont les conducteurs avaient les poids de 300, 350, 400, 450, 500 et 550 livres par mille marin. Dans chaque cas, on a fait le calcul correspondant aux conducteurs de retour (non compris le ruban protecteur) pesant 600, 700, 800 et 900 livres par mille marin. Les fréquences considérées étaient

de 10.000, 20.000 et 30.000 p : s ; elles correspondent approximativement aux bandes de fréquences nécessaires pour deux, quatre et six voies téléphoniques à courant porteur (dans le cas du système à deux fils). Bien qu'on ait pu obtenir un point d'amorçage des oscillations à 50 décibels pour les fréquences jusqu'à 30.000 p : s dans le cas du câble de Ténérife à Gran Canaria, ce qui permet d'adopter des affaiblissements jusqu'à 50 décibels dans le cas du système à deux fils, on a décidé d'adopter un certain coefficient de sécurité pour tenir compte de l'abaissement possible du point

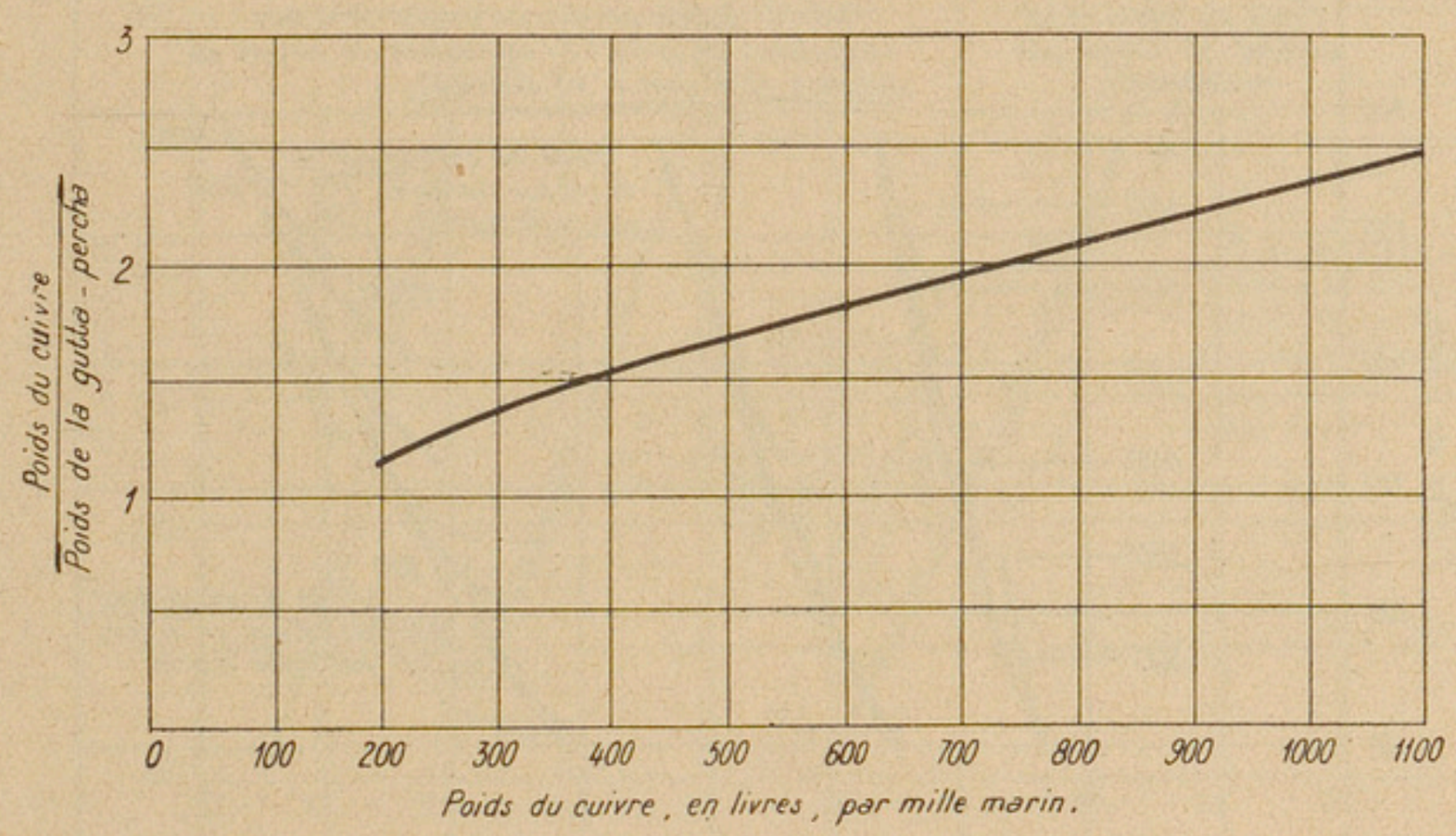


Fig. 1. — Rapport du poids de cuivre au poids de gutta percha, suivant l'usage actuel en télégraphie sous-marine.

d'amorçage des oscillations qui pourrait résulter des réparations ultérieures du câble, et d'adopter, comme limite maximum d'affaiblissement, 45 décibels pour toutes les fréquences. C'est pourquoi, en divisant 35 décibels par les valeurs d'affaiblissement par unité de longueur, on obtient les longueurs maxima des câbles des types considérés pour la téléphonie sur les circuits à deux fils pour les fréquences données. On a effectué ces calculs pour les différents cas énumérés ci-dessus. Les longueurs ainsi déterminées ont été représentées sur la figure 2. On a joint les points ainsi déterminés, de façon à ce que les petites branches de courbe représentent l'influence de la variation du poids du conducteur de retour pour des valeurs constantes du conducteur central. Les points

de contact de l'enveloppe, représentée en pointillé, avec ces courbes donnent les poids les plus économiques du conducteur de retour. Voici pourquoi : Le prix minimum pour une longueur et une fréquence données s'obtient en traçant l'ordonnée correspondant à cette longueur. Le point d'intersection de cette ordonnée avec l'enveloppe correspond au minimum du prix. Si l'on avait tracé une infinité de courbes secondaires correspondant à un nombre infini de dimensions du conducteur central, la courbe secondaire

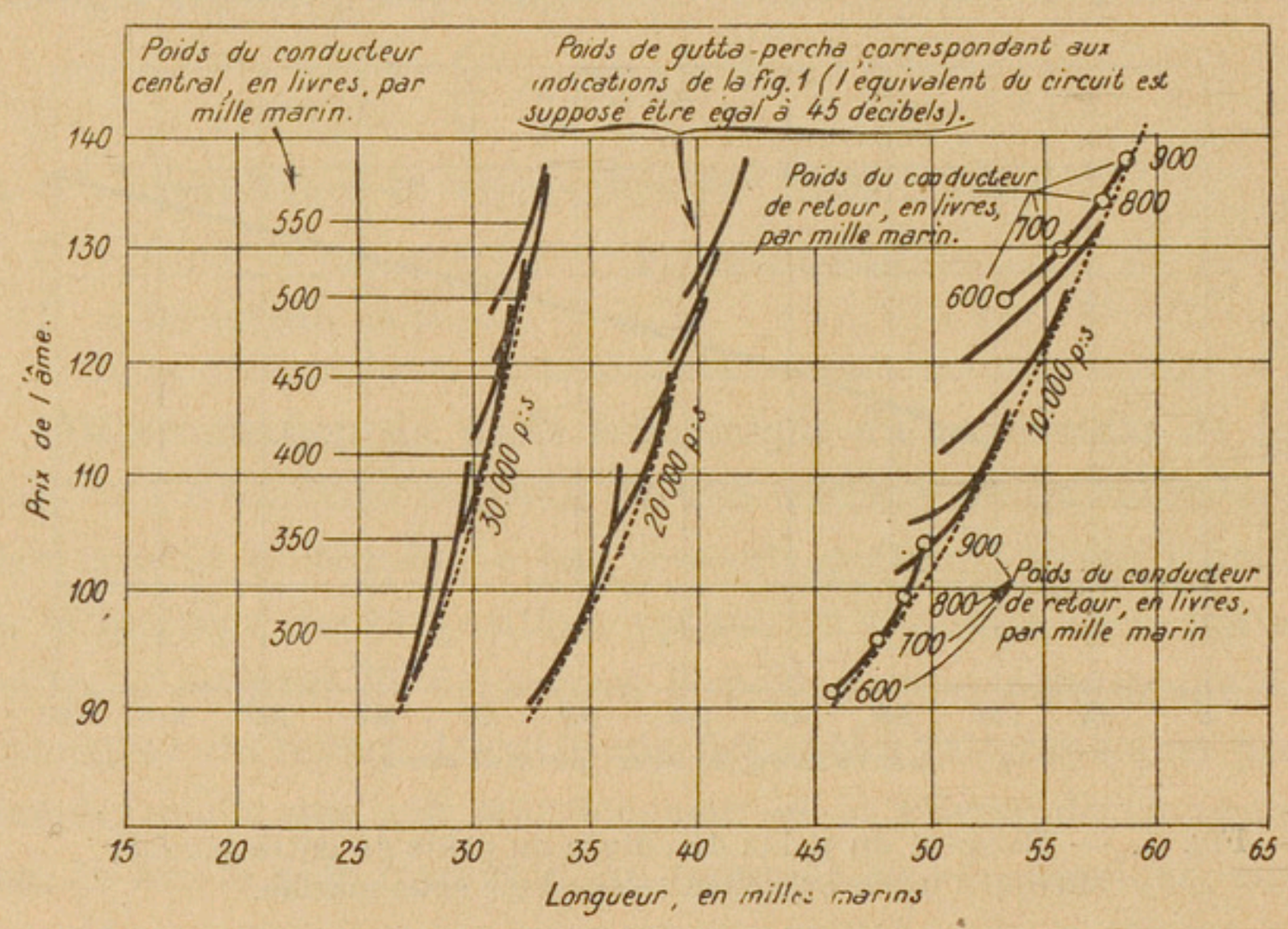


Fig. 2. — Effet de la variation du poids du conducteur de retour, lorsque des poids du conducteur central et de la gutta percha sont constants.

tangente à l'enveloppe au point d'intersection de cette enveloppe avec l'ordonnée considérée donnerait le poids le plus économique du conducteur central et la position de ce point sur la courbe secondaire donnerait le poids le plus économique du conducteur de retour.

On voit sur la figure 2 que, pour les fréquences de 20.000 et 30.000 p : s, les courbes secondaires se confondent sensiblement avec leurs enveloppes. Cela montre qu'on peut faire varier dans de larges limites le poids du conducteur de retour sans modifier les conditions économiques. Pour 10.000 p : s, l'effet de la varia-

tion du poids du conducteur de retour est plus marqué ; mais on peut dire que, dans le cas des conducteurs de diamètre usuel, le poids de 800 livres par mille marin du conducteur de retour correspond aux conditions les plus économiques.

Détermination des proportions optima de gutta-percha et de cuivre. — Après avoir déterminé le poids le plus avantageux

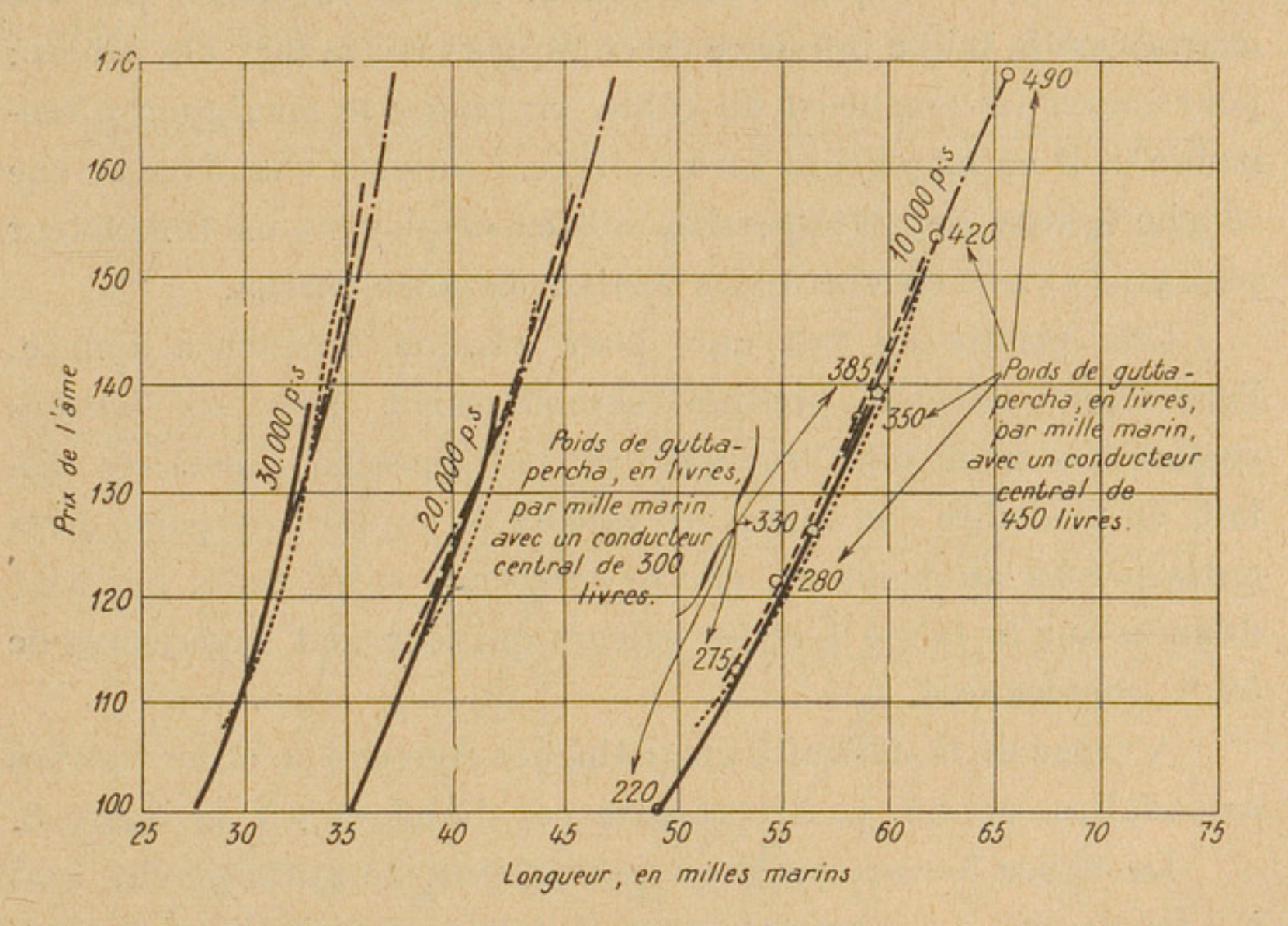


Fig. 3. — Effet de la variation du poids de gutta percha, lorsque les poids du conducteur central et du conducteur de retour sont constants.

Traits continus : 300 livres par mille marin pour le conducteur central ;
Traits ponctués : 350 .. ..
Traits pointillés : 400 .. ..
Traits mixtes : 450 .. ..
Poids du conducteur de retour : 800 livres par mille marin dans tous les cas.
Equivalent de la ligne : 45 décibels.

du conducteur de retour, on a étudié la question principale de l'étude des câbles au point de vue économique : la détermination du rapport des poids du cuivre et de la gutta-percha.

On a étudié les câbles dont les conducteurs pesaient 300, 350, 400 et 450 livres par mille marin. Pour chacun de ces types de câbles, on a déterminé les affaiblissements correspondant à quatre poids différents de gutta-percha : le premier correspondait aux rapports indiqués sur la figure 1, les autres aux mêmes rapports

augmentés de 25, 50 et 75 %. Dans tous ces cas, le conducteur de retour pesait 800 livres par mille marin. On a fait les mêmes hypothèses relatives à l'affaiblissement que précédemment ; on a représenté les résultats sur la figure 3. On a tracé des courbes permettant de se rendre compte de l'effet de la variation du poids de gutta-percha pour chacun des poids du conducteur central.

Le résultat le plus remarquable mis en évidence par ces courbes est la faible influence de ce rapport sur le prix des câbles : pour toutes les longueurs du câble, on réalise le maximum d'économie, soit en employant un conducteur de petit diamètre et une couche épaisse de gutta-percha, soit en employant un conducteur plus gros et une couche moins épaisse de gutta-percha.

Cela résulte du fait que, pour chaque fréquence donnée, l'enveloppe coïncide presque complètement avec les courbes secondaires pour tous les poids de gutta-percha considérés. En fait, on peut dire que toutes les valeurs du rapport du poids de la gutta-percha au poids du cuivre comprises entre celles qui sont données sur la figure 1 et les valeurs qui leur sont supérieures de 50 % conviennent.

A cause de la difficulté de distinguer l'enveloppe et les courbes secondaires, on n'a pas représenté ces dernières sur la figure 3.

La figure 3 correspond au cas du prix de gutta-percha égal à 5 fois le prix du cuivre. On a cru que les conclusions précédentes pourraient être modifiées si les valeurs relatives des prix du cuivre et de la gutta-percha se modifiaient. C'est pourquoi l'on a refait les figures pour le cas où le prix de la gutta-percha serait égal à 8 fois le prix du cuivre. On a trouvé que les conclusions précédentes ne devaient pas être modifiées.

Conclusions générales. — On a montré que, lorsqu'on a fixé la longueur, l'affaiblissement et le nombre de voies téléphoniques pour un câble quelconque, les rapports des poids du conducteur central, du diélectrique et du conducteur de retour correspondant au prix minimum peuvent varier dans de larges limites.

Un deuxième résultat de cette étude est que la longueur maximum du câble permettant le fonctionnement d'un nombre

donné de voies téléphoniques varie très peu pour les dimensions usuelles des âmes. Par exemple, si nous considérons la courbe de la figure 3 correspondant à 30.000 p : s et à l'âme de diamètre minimum, la longueur maximum permettant le fonctionnement de six liaisons téléphoniques par courants porteurs en employant le système à deux fils est de 28 milles marins. En employant l'âme de diamètre maximum, on trouve comme distance limite (pour le même nombre de voies téléphoniques) 37 milles marins, soit

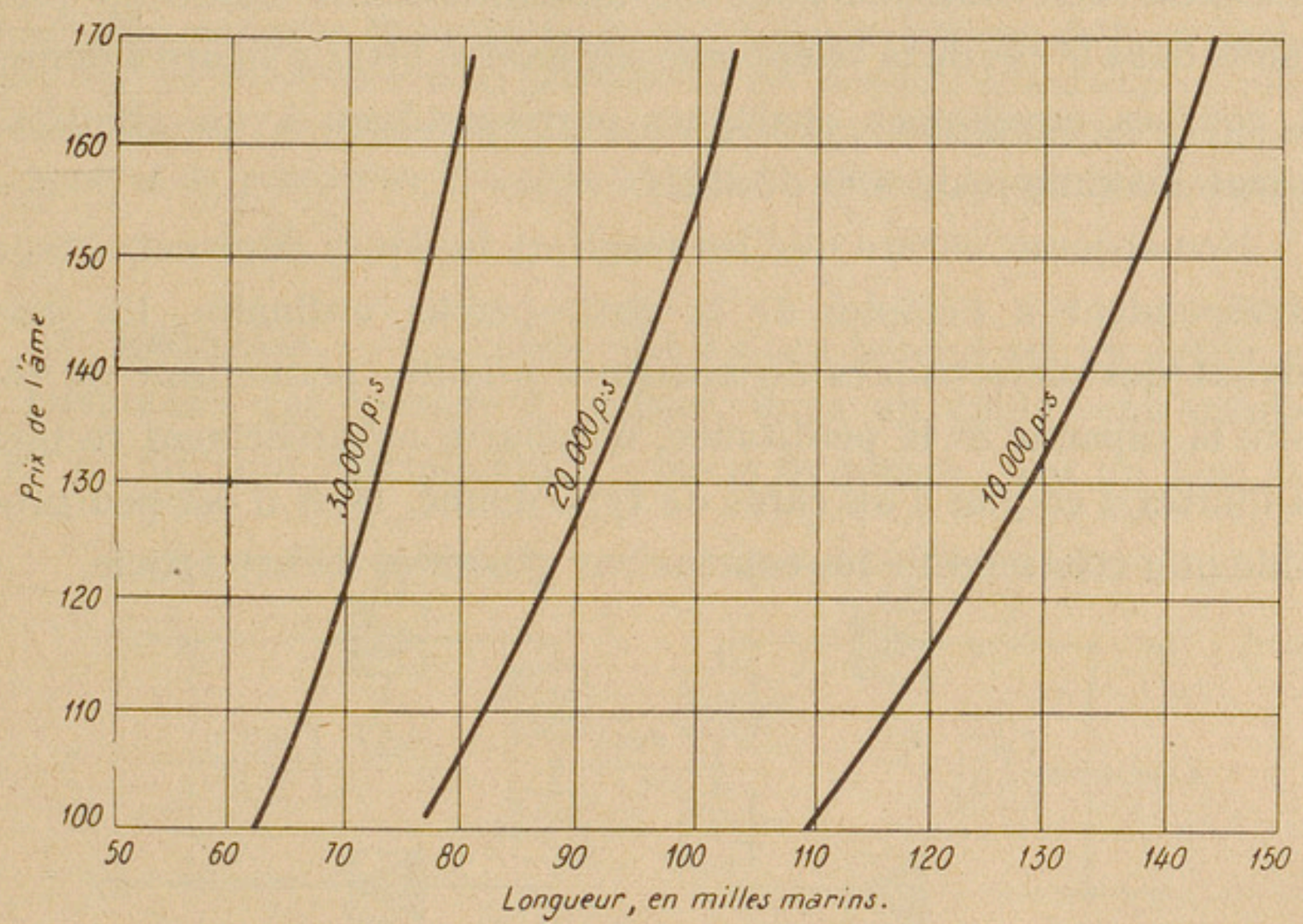


Fig. 4. — Prix des câbles les plus économiques pour toutes les longueurs, en supposant un affaiblissement de 100 décibels pour toutes les fréquences considérées.

une augmentation de longueur de 32 %. L'augmentation du prix est de 69 %.

On peut en conclure qu'à chaque longueur donnée correspond un nombre économique, plus ou moins bien déterminé, de voies téléphoniques, car toute tentative d'augmenter ce nombre amènerait une augmentation si importante du diamètre du câble que sa pose présenterait de trop grandes difficultés mécaniques, tandis que la réduction de ce nombre équivaudrait à une mauvaise utilisation du câble. L'âme de diamètre maximum considérée

dans cet article, c'est-à-dire l'âme de 450.490.800, est un peu plus lourde que celles qui ont été utilisées jusqu'ici ; étant donné les difficultés de réparations, il est peu probable que l'on utilise des âmes de diamètre beaucoup plus grand dans le cas de grandes profondeurs.

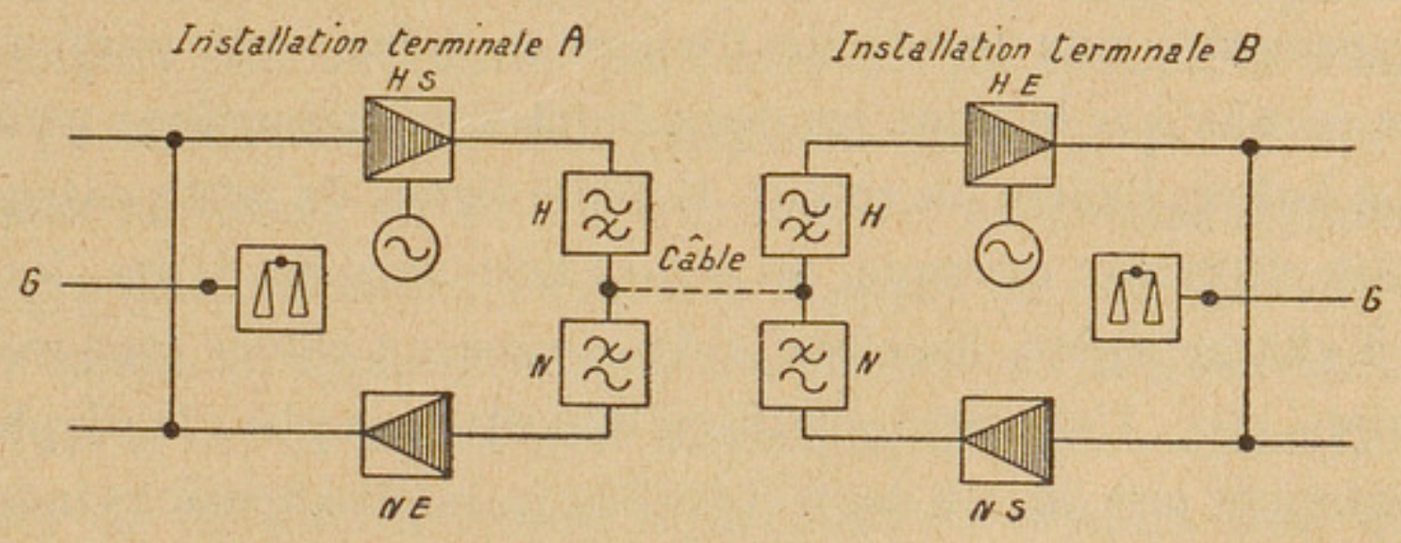
Les longueurs indiquées sur les figures 2 et 3 sont celles pour lesquelles on peut réaliser un affaiblissement de 45 décibels dans le cas de la téléphonie à deux fils. Les mêmes résultats peuvent facilement être obtenus pour les affaiblissements beaucoup plus grands dans le cas de la téléphonie sur quatre fils. La figure 4 donne les courbes enveloppes analogues correspondant à un affaiblissement maximum de 100 décibels.

Remarquons encore que les résultats indiqués dans cet article correspondent à l'emploi de la gutta-percha ordinaire. En employant des diélectriques de meilleure qualité, permettant de réduire la capacité et la perditance, on pourra naturellement reculer les limites d'emploi d'un câble de type donné. Mais il est peu probable que cela modifie les conclusions générales de cet article.

TÉLÉPHONIE A DEUX BANDES DE FRÉQUENCE.

Plusieurs câbles téléphoniques sous-marins posés récemment dans la mer Baltique entre l'Allemagne d'une part et le Danemark, la Suède ou la Russie orientale d'autre part, peuvent être exploités dans le système de téléphonie à deux bandes. Nous extrayons du compte-rendu de l'Assemblée plénière de Paris (septembre 1931) du Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance (p. 227 et suiv.) quelques considérations générales sur la caractéristiques et les possibilités d'application de ce nouveau système de téléphonie.

1° Définition. — La téléphonie à deux bandes est un système de téléphonie qui consiste à utiliser, dans un câble, une même paire de fils pour communiquer à basse fréquence dans un sens et



à haute fréquence dans l'autre sens (fig.). Pour des raisons d'ordre économique, on utilise sur la voie à courant porteur la bande latérale inférieure produite par la modulation d'une fréquence porteuse, bande latérale qui, en général, est comprise dans la bande des fréquences effectivement transmises par le câble.

L'installation terminale A comprend, en dehors du termineur G, l'émetteur à haute fréquence HS qui, par modulation, transforme la bande des fréquences vocales en une bande de hautes fréquences d'égale largeur. En outre, l'installation terminale A comprend un amplificateur d'arrivée à basse fréquence NE, ainsi qu'un filtre passe-haut H monté en série avec l'émetteur HS et un filtre passe-

bas N monté en série avec l'amplificateur NE. Les deux filtres sont établis de telle manière qu'il ne puisse pas se produire de couplage par réaction à l'intérieur de l'installation terminale A.

L'installation terminale B comprend, en dehors du termineur G, le récepteur à haute fréquence HE qui transforme la bande des hautes fréquences reçues en bande de fréquences vocales. En outre, l'installation terminale B comprend un amplificateur de départ à basse fréquence NS, ainsi qu'un filtre passe-haut H monté en série avec le récepteur à haute fréquence HE et un filtre passe-bas N monté en série avec l'amplificateur NS.

2° Possibilités d'application du système de téléphonie à deux bandes de fréquences. — La possibilité d'application de la téléphonie à deux bandes de fréquences doit être envisagée au point de vue technique et au point de vue économique.

Au point de vue technique, il est possible d'utiliser la téléphonie à deux bandes si l'on a à sa disposition une ligne capable de transmettre une bande de fréquences assez large pour qu'on puisse écouler sur la ligne les deux bandes de fréquences, utilisées l'une à l'aller, l'autre au retour. Comme lignes de cette catégorie, on peut citer, par exemple, les lignes aériennes en fil nu, les circuits à charge légère, les circuits des nouveaux câbles sous-marins pupinisés, etc... Une autre condition doit être remplie : la diaphonie entre circuits pris deux à deux et les bruits dus aux tensions induites ne doivent pas dépasser les valeurs limites admissibles, en particulier pour la bande de fréquences des courants porteurs. Dans chaque cas particulier, on doit s'assurer que ces conditions sont bien remplies pour les circuits en câble existants, ou qu'elles peuvent l'être sans engager d'importantes dépenses supplémentaires dans le cas de nouvelles liaisons. Malgré cela, des raisons d'ordre technique et économique s'opposent à un emploi généralisé de la téléphonie à deux bandes de fréquences. Deux circuits bifilaires équipés pour la téléphonie à deux bandes ne peuvent être montés en série que si les sens de transmission des deux bandes sont concordants. Afin d'éviter cette restriction dans les possibilités d'interconnexion, il faut que chaque circuit soit muni d'installations terminales

spéciales pour réaliser l'interconnexion en basse fréquence. Aux difficultés techniques résultant des modulations et démodulations répétées, vient s'ajouter la complication due au grand nombre d'installations terminales nécessaires sur les sections de ligne relativement courtes, et c'est là qu'interviennent les considérations d'ordre économique.

Comme pour tous les systèmes à courants porteurs, l'avantage économique qu'on peut retirer de la téléphonie à deux bandes de fréquences dépend seulement de la longueur des sections de ligne : il s'agit de déterminer si l'économie en conducteurs est supérieure au surcroît de dépenses entraîné par les installations terminales. Il semble qu'on puisse admettre que les conditions d'ordre technique et économique justifiant l'emploi de la téléphonie à deux bandes se trouvent remplies lorsqu'il s'agit d'interconnecter d'une manière permanente un certain nombre de circuits pour réaliser un circuit direct de grande portée. Ce cas se présente, par exemple, pour les liaisons directes entre deux centres de trafic importants très éloignés l'un de l'autre. Un autre cas de possibilité d'application de la téléphonie à deux bandes se présente quand il s'agit de lignes aériennes en fil nu très longues comportant plusieurs répéteurs intermédiaires, lorsque le manque de stabilité des circuits s'oppose à l'application de la téléphonie sur circuits à deux fils.

Dans le cas de câbles sous-marins, la condition du trafic par faisceau de circuits se trouve naturellement remplie. Bien qu'on ne puisse dire qu'un câble sous-marin aménagé pour le système de téléphonie à deux bandes soit toujours plus économique que le même câble aménagé pour le système à quatre fils, on peut cependant, dans la plupart des cas, retirer un certain avantage économique de l'emploi de la téléphonie à deux bandes.

De plus, dans nombre de cas, la téléphonie à deux bandes de fréquences permet d'utiliser pour le service téléphonique certains câbles télégraphiques sous-marins à deux conducteurs, de faible longueur.

3° Bandes de fréquences à utiliser. — La bande des fréquences effectivement transmises doit s'étendre de 300 à

2.400 p : s au moins pour chacun des deux sens de transmission. Il s'ensuit qu'on dispose, pour la voie à basse fréquence, de la bande comprise entre la fréquence $F_1 = 300$ p : s et la fréquence $F_2 = 2.400$ p : s et, pour la voie à courant porteur, de la bande comprise entre la fréquence $F_t - F_1$ et la fréquence $F_t - F_2$, si l'on désigne par F_t la fréquence porteuse.

La bande affaiblie, c'est-à-dire la bande des fréquences comprises entre les bandes affectées à chacune des deux voies, doit être suffisamment grande pour qu'on obtienne une stabilité satisfaisante. On peut recommander une bande affaiblie d'une étendue atteignant environ 1.000 p : s (cependant cette étendue ne doit pas être inférieure à 700 p : s). Une bonne répartition des fréquences est la suivante : voie à basse fréquence de 300 à 2.400 p : s, voie à courant porteur de 3.400 à 5.500 p : s, fréquence porteuse : 5.800 p : s. Dans le cas d'une bande de fréquences effectivement transmises plus étendue, on aurait respectivement : 300 à 3000 p : s ; 4.000 à 6.700 p : s ; fréquence porteuse : 7.000 p : s. Dans des cas spéciaux, la répartition suivante a donné entière satisfaction : voie à basse fréquence de 300 à 2.350 p : s, voie à courant porteur de 3.050 à 5.100 p : s, fréquence porteuse : 5.400 p : s ; fréquence de coupure : 5.400 p : s.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Le service des chèques postaux allemands pendant la crise des payements en juillet 1931 (*Archiv für Post und Telegraphie*, novembre 1931). — Le lundi 13 juillet 1931, les éditions du matin de divers journaux berlinois parurent avec de grosses manchettes annonçant qu'une grande banque avait suspendu ses payements et que le gouvernement allemand se portait garant pour tous les dépôts. Il était ainsi révélé au public, comme dans un éclair, que (chose que savaient déjà depuis quelque temps les milieux initiés), par suite du retrait massif des crédits étrangers à court terme, pour des raisons tant politiques qu'économiques, le corps de l'économie allemande commençait à devenir « exsangue ». En raison de l'inquiétude très grande qui se répandit aussitôt dans la population, on pouvait s'attendre en toute certitude à ce que d'autres établissements de crédit et caisses d'épargne partageassent bientôt le sort de la grande banque en question, à moins qu'on n'intervînt immédiatement et avec la plus grande énergie.

C'est pourquoi, le jour même (le 13 juillet), était publié un décret du président de la république dans lequel, conformément à l'article 48 de la constitution, le gouvernement était autorisé à fixer des « jours de chômage pour les banques ». Le décret pris en même temps par le gouvernement pour l'application du précédent disposait, à l'article 1er, que :

> Les banques d'Etat des divers pays d'Allemagne, les établissements de crédit du droit public, les caisses d'épargne, les banques communales, les banques coopératives, les banques et maisons de banque, les banques foncières, les banques municipales et provinciales et autres établissements de crédit réel privés et publics, etc..., ainsi que toutes leurs dépendances, succursales, services, caisses, bureaux de change à l'intérieur de l'Allemagne, resteront fermés, pour les opérations avec leur clientèle, leurs créanciers et débiteurs, les 14 et 15 juillet 1931. Il leur est interdit d'effectuer ou de recevoir des payements et virements avec l'intérieur ou avec l'étranger. Cette interdiction s'applique au service de chèques postaux.

En vue de l'exécution de ce décret, le ministre des Postes donna des ordres télégraphiques le 14 juillet, tôt dans la matinée, pour que les services de payement des bureaux de chèques postaux restassent fermés les 14 et 15 juillet. Or la mesure ne pouvait être étendue aux opérations *intérieures* des bureaux de chèques postaux (virements de compte à compte sans échange de numéraire, mise à l'avoir des comptes des sommes versées par mandats de versement, payements en espèces par les soins des services postaux, consécutifs à l'émission de chèques), opérations qui, dans les bureaux de chèques postaux, se chiffrent chaque jour par dizaines et centaines de mille, ce qui n'est pas le cas dans les banques. En effet, il aurait été impossible de renvoyer les ordres aux parties versantes ou aux tireurs. Il n'eût pas été possible non plus de retarder les opérations d'écritures jusqu'au lendemain des jours de fermeture des banques, car cela aurait produit de l'encombrement dans le service et il aurait fallu, dans ce cas, plusieurs jours de travail pour liquider l'arriéré. Enfin comment aurait-on pu ne pas effectuer des payements ou virements par imputation sur les comptes de chèques, alors que, dans le service des mandats-poste dont il n'était pas question dans le décret, les payements n'étaient pas suspendus ? On ne suspendit provisoirement, d'ailleurs, que les virements et payements en espèces avec la Sarre et l'étranger, parce qu'en raison de la fermeture des bourses il n'était pas possible de fixer le taux de conversion.

Le 15 juillet, par conséquent avant la fin du deuxième jour de fermeture des banques, un nouveau décret du président de la république autorisa le gouvernement à réglementer la reprise des payements après les « jours de fermeture légale des banques ». Le décret pris à cet effet par le gouvernement renfermait les dispositions suivantes :

1° Les opérations de payement seront reprises après les 14 et 15 juillet, aux conditions suivantes :

2° Les établissements tenus d'observer les jours de fermeture des banques, à l'exception des banques d'émission privées et de la « Golddiskontbank », ne pourront effectuer de payements du 16 au 18 juillet 1931 que si les parties prenantes font la preuve qu'elles ont besoin de ces payements pour le payement de :

a) salaires, appointements, pensions, primes ou indemnités sociales ou d'assistance ;

b) secours de chômage et secours de période de crise, payement ou prestations des œuvres publiques et privées de prévoyance ;

c) prestations ou payements, périodiques ou non, aux assurés sociaux de toute condition ;

d) impôts et autres taxes publiques dans la mesure où il n'est pas possible de les régler sans numéraire ;

3° Les restrictions édictées à l'article 2 s'appliquent aussi, dans les cas prévus. aux opérations de virement. Cependant. sont autorisés sans limite les virements :

a) qui sont nécessaires pour rendre possibles les payements en espèces autorisés à l'article 2 ;

b) qui ont lieu à l'intérieur d'un même établissement ;

c) qui ont pour objet de réaliser des payements en vue de l'application de la loi sur le placement des travailleurs et l'assurance contre le chômage ;

d) qui ont pour effet de mettre à la disposition des titulaires de contrats d'assurance les moyens de s'acquitter de cotisations ou contingents dont ils sont redevables,

4° L'*acceptation* de payements (versements) n'est soumise à aucune limitation. On peut disposer librement des avoirs qui ont été constitués, en reichsmarks, après le 15 juillet 1931, par des versements en espèces,

Aux termes du décret, les restrictions spécifiées à l'art. 1er n'étaient imposées, avec la reprise des payements, qu'aux établissements soumis à l'observation des « jours de fermeture légale des banques ». Or, dans le décret du 13 juillet, ni le service des chèques postaux ni la poste allemande ne sont désignés parmi ces établissements. La disposition « Cette mesure s'applique aussi au service des chèques postaux » n'était pas reproduite dans le nouveau décret. En conséquence, le nouveau décret, à l'élaboration duquel le ministère des Postes n'avait pas participé, devait être interprété dans ce sens, qu'après le 15 juillet le service des chèques postaux ne serait plus soumis à aucune rectriction. D'autre part, il eût été impossible, pour des raisons techniques, de soumettre désormais le service intérieur des bureaux de chèques postaux aux restrictions édictées dans le décret, alors que, pendant les deux jours de fermeture des banques, ce service avait été entièrement maintenu. Les mêmes considérations techniques étaient valables aussi pour les opérations des services de payement des bureaux de chèques postaux, même si l'on admettait que ces opérations ne dépasseraient pas la moyenne. En conséquence, le ministère des Postes donna des ordres télégraphiques, le 15 juillet, pour que, dès le lendemain, les bureaux de chèques postaux reprissent leurs opérations de payement. En raison de la pénurie de moyens de payement, les chefs des bureaux de chèques furent autorisés à limiter les payements en espèces à un

maximum de 5.000 ou 10.000 marcs (variant suivant les circonstances locales et les ressources en numéraire) et à les compléter par des virements rouges de la Banque nationale. Cette disposition s'expliquait aussi par le fait que les réglements par voie de compensation (auprès de la Banque nationale), qui portaient précisément sur les sommes les plus élevées, n'étaient plus praticables. La manière dont le ministère des Postes a réglé cette question des opérations de payement a donné des résultats entièrement satisfaisants. Naturellement, l'affluence dans les services de payement des bureaux de chèques postaux fut extrêmement grande dans la journée du 16 juillet. Cependant, comme on avait fait connaître, avant même l'ouverture des guichets, que les chèques seraient entièrement payés, cette déclaration produisit un effet d'apaisement sur le public qui attendait. Aussi les opérations de payement se déroulèrent-elles, le 16 juillet et les jours suivants, régulièrement et sans difficultés. Le fait qu'on payait, sans restriction, aux guichets des bureaux de chèques postaux, et que les ordres portant sur des chèques ou des virements étaient exécutés ponctuellement comme en période normale, valut à la Poste la faveur du public. Cela se manifesta non seulement par un fort accroissement du nombre des demandes d'ouverture de comptes de chèques postaux pendant la seconde quinzaine de juillet, mais surtout par l'accroissement du montant des versements...

Les versements au moyen de mandats de versement, qui, lorsqu'on passe d'un mois à un autre, marquent toujours un ralentissement, reprirent à partir du 16 juillet, c'est-à-dire à partir du jour où il fut connu que les opérations de chèques postaux n'étaient soumises à aucune restriction. Les décaissements (mandats de payement) n'accusèrent pas d'accroissement très sensible. Les retraits par chèques de caisse (nominatifs et d'assignation) s'accrurent certes beaucoup pendant quelques jours, entre le 17 et le 25 juillet ; mais ensuite ils baissèrent considérablement. De même, les opérations de virement ainsi que les montants des avoirs, qui, par suite de la fermeture des banques pendant les deux jours déclarés « de chômage légal », avaient marqué un mouvement de baisse, reprirent à la fin du mois. Tout cela montre que le service des

chèques postaux avait retrouvé la faveur du public, et que celle-ci allait même augmentant.

A la date du 17 juillet, le gouvernement prit un décret sur la reprise des opérations de payement après les jours de fermeture légale des banques, qui réglementait pour le 20 et le 23 juillet les opérations de payement des établissements soumis à ladite fermeture et apportait quelques facilités nouvelles. Pour écarter tous les doutes en ce qui concernait la légalité des dispositions prises par le ministère des Postes relativement au service des chèques postaux, l'article IV du décret spécifiait expressément que l'administration des Postes (comme d'ailleurs la Banque nationale et la Deustche Golddiskontbank) n'était plus soumise à aucune restriction pour les payements et les virements. Enfin les opérations de payement des établissements tenus d'observer les jours de fermeture légale furent encore réglementées, par la suite, par le décret du 28 juillet pour la période du 29 juillet au 1er août, et par le décret du 1er août pour les 3 et 4 août.

Dans ce dernier décret, il était spécifié, à l'article 4, qu'à partir du 5 août 1931 les payements n'étaient plus soumis à aucune restriction, sauf en ce qui concernait les avoirs des comptes d'épargne ou livrets d'épargne. Le ministère des Postes n'avait plus à donner d'instructions spéciales au sujet du service des chèques postaux. Dernière restriction, la limitation à 5.000 ou 10.000 marcs du maximum des espèces payées pour des chèques postaux de caisse (nominatifs ou d'assignation) était supprimée le 4 août. Cette limitation n'avait, en effet, plus de raison d'être, d'autant plus que les opérations de compensations auprès de la Banque nationale, qui, comme on le sait, portent en général sur de grosses sommes, reprenaient peu à peu. Dès le 27 juillet, dans la plupart des villes sièges de bureaux de chèques postaux, les opérations de compensation auprès de la Banque nationale étaient reprises. Elles le furent aussi, enfin, à Berlin le 5 août et à Breslau le 6 août.

Le service de virements avec la Sarre et avec l'étranger, qui avait été suspendu le 14 juillet, fut rétabli à partir du 8 août. D'après le décret du président de la république en date du 1er août sur la mise en valeur des devises, il devait cependant être disposé que les

ordres de virements donnés par une même personne ne pouvaient être exécutés sans autres formalités que jusqu'à un maximum de 3.000 marcs pour un mois et que, pour des sommes plus élevées, l'ordre de virement devait être présenté accompagné de l'autorisation écrite du « service pour la mise en valeur des devises » (le Landesfinanzamt). Cette limite fut abaissée à 1.000 marcs par un nouveau décret du 29 août et à 200 marcs par un autre décret du 2 octobre.

Certaines difficultés se produisirent pendant la crise de payement en ce qui concerne les chèques sur banques privées pris en payement par les services de communications de toute nature. Le 2 juillet, au seul bureau de chèques de Berlin, étaient réunis environ deux mille chèques sur banques privées, dont le montant s'élevait à 1.200.000 marcs, et que les banques tirées, invoquant le décret provisoire, n'avaient pas payés.

Le motif invoqué par les banques pour ne pas payer les chèques en question n'était pas justiffé, quant aux chèques émis pour acquitter des taxes télégraphiques ou autres taxes ou pour régler un achat de figurines postales. En effet, le décret provisoire du 18 juillet disposait expressément que des payements, par prélèvement sur des comptes en banque, pouvaient être effectués sans restrictions tant qu'il ne s'agissait que d'acquitter des taxes. Une très grande partie (peut-être même la majeure partie) de ces chèques avaient été donnés en payement selon le procédé dit « de légitimation comptable » (*quod germanico sermone «Ausweis» dicitur*) par des autorités ou par des maisons de commerce dignes de confiance, de sorte que des figurines avaient été livrées et que des mandats de versement et des mandats-poste avaient été envoyés sans que la contre-valeur en eût été effectivement encaissée. C'est pourquoi il fallut donner, le 20 juillet, par la voie télégraphique, l'ordre de supprimer ce mode de réglement. Il en résulta que, d'une manière générale, les opérations réglées par chèques furent portées à l'avoir de la caisse postale de l'Etat. Lorsqu'une banque refusait de payer un chèque nouvellement émis en réglement d'opérations postales, ce chèque était renvoyé immédiatement au tireur, qu'on invitait à régler en espèces ou au moyen d'un autre chèque

(chèque postal ou chèque de la Banque nationale). Au verso des chèques sur banques privées donnés en payement pour acquitter des taxes postales ou téléphoniques, pour acheter des figurines ou pour envoyer des mandats-contributions, le chef de service portait la mention « taxes » (impôts), son paraphe et l'empreinte du timbre à date, pour fournir la preuve, vis-à-vis des banques tirées, que les chèques pouvaient être payés, aux termes de l'ordonnance provisoire.

Pour atténuer les désavantages qui résultaient, pour les autorités, maisons de commerce, etc..., de la suppression du réglement par « légitimation comptable », ce mode de réglement fut de nouveau autorisé à la date du 31 juillet dans la mesure où il s'agissait de chèques et virements postaux et de la Banque nationale donnés en payement.

Au cours de ces jours critiques, les Postes allemandes, en tant qu'organisation financière, ont pleinement rempli leur tâche, et cela même aux moments les plus difficiles. Elles ont considérablement contribué à rétablir la confiance du public à l'égard de l'économie financière.

INFORMATIONS.

La gestion financière des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français pendant l'exercice 1930-1931. — Du *Rapport sur la gestion financière des services des Postes, Télégraphes et Téléphones pendant l'exercice 1930-1931* (1), nous extrayons, à titre documentaire, les renseignements suivants.

Les résultats de l'exercice 1930-1931 sont moins favorables que ceux de l'exercice précédent : pour toutes les branches, le coefficient net d'exploitation s'est alourdi. Les causes en sont dues : à la diminution de la progression du trafic par suite du désarroi économique mondial ; au surcroît de charges provoqué, en premier lieu, par l'incidence des améliorations apportées à la situation du personnel de l'administration, comme à celle des autres fonctionnaires de l'Etat, soit en 1929, pour une partie de l'année, soit en 1930 et, d'autre part, au renforcement des moyens d'action, qu'il faut bien, malgré tout, ne pas laisser trop au dessous des besoins, puisqu'il s'agit d'un service public, dont le bon fonctionnement importe au plus haut point à l'intérêt général.

La poste, plus sensible que tout autre service aux dépressions économiques, plus touchée encore que ses voisins, en raison de son nombreux personnel, par les majorations d'émoluments, a pourtant le moins fléchi. Mais on doit reconnaître que cette situation privilégiée lui vient des augmentations de taxes dont elle a bénéficié au cours de l'année 1930 et qui lui ont valu, à elle et à ses services annexes, un appoint appréciable de produits nouveaux : plus de 70 millions.

Le télégraphe accentue la chute déjà constatée l'année précédente ; son coefficient net d'exploitation, qui, de 114,55 en 1928 avait atteint

1. Paris, Imprimerie des journaux officiels, 1932. 1 br. in-4° de IV + 98 pages.

127,74 en 1929, est passé à 135,81 pour l'exercice 1930-1931. Cette branche est particulièrement défavorisée ; il en est d'ailleurs de même dans les pays étrangers. Comme les autres branches, elle subit les conséquences de la crise ; elle paye aussi son tribut aux accroissements de charges de main d'œuvre et de matières ; mais il lui faut en outre lutter, à armes inégales, avec le téléphone, dont le développement est continu et les possibilités plus étendues.

A ces causes de diminution de recettes et d'augmentation de dépenses qui pèsent lourdement sur la gestion financière du télégraphe, s'ajoutant les conditions d'exploitation de la radiodiffusion, service nouveau dont les résultats ont été jusqu'ici confondus avec ceux de la branche télégraphique. Les frais d'exploitation de la radiodiffusion suivent une rapide ascension; ils se sont élevés à plus de 6.300.000 francs en 1930, alors qu'ils n'ont atteint que 1.700.000 francs en 1928 et 4.500.000 francs pour les *quinze* mois de l'exercice 1929 ; si l'on tient compte, en outre, des charges consécutives aux installations nouvelles réalisées au titre de la radiodiffusion, charges du capital investi dans ces travaux et amortissements industriels, c'est une somme totale voisine de 8 millions qui entre, pour l'exercice 1930-1931, dans les dépenses de la branche télégraphique sans recette appréciable.

Le téléphone n'a pas été loin de faire ses frais en 1930-1931, malgré la crise, les augmentations de frais de personnel et l'absence de tout relèvement de taxes. Pour l'exercice 1929 et pour la première fois, il accusait un bénéfice d'exploitation de 8 millions; les comptes de 1930 se traduisent par un excédent de dépenses de 800.000 francs : c'est un résultat, en somme, satisfaisant, étant donné les circonstances et les lourdes charges qui pèsent sur ce service, en pleine évolution et en continuelle extension.

Faut-il rappeler qu'une grande partie de la charge des emprunts contractés par l'administration revient au téléphone : 191 millions sur les 212 millions payés à ce titre en 1930; que ce même service a contribué pour 57 millions au versement total de 68 millions effectué, pendant le même exercice, au fonds d'amortissement; qu'il a, en outre, prélevé sur ses produits 123 millions pour rembourser les prêteurs d'avances ?

Le téléphone, il est vrai, a vu ses charges de capital diminuer, en 1930, du fait de l'exemption d'impôts accordée aux obligations des Postes, Télégraphes et Téléphones par l'article 27 de la loi du 29 décembre 1929 ; c'est un abattement de 30 millions dont il a bénéficié au titre de l'exercice 1930-1931.

La participation de l'Allemagne à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — Pendant la période comprise entre le 1er novembre 1930 et le 31 décembre 1931, l'Allemagne a réalisé sa liaison téléphonique avec : le Maroc français au moyen de la liaison radiotéléphonique Paris—Rabat, le Siam au moyen de la liaison radiotéléphonique Berlin—Bangkok (provisoirement, participe seul au service un poste téléphonique public installé à Bangkok), la Roumanie, la principauté de Monaco en transit par la France, le Vénézuéla au moyen de la liaison radiotéléphonique Berlin—Maraçay, la Nouvelle-Zélande via London, les îles Canaries via Madrid.

Le service avec le Brésil a été amélioré par l'extension de ce service à la totalité du réseau téléphonique urbain de Rio de Janeiro.

Le service avec les Indes néerlandaises a été amélioré par l'ouverture au service de tous les bureaux de Java, Madura, et Sumatra-nord, ainsi que par la prolongation des heures de service.

Dans le service avec l'Union des républiques soviétistes socialistes, plusieurs villes d'Allemagne (notamment Hambourg, Hanovre, Kiel, Leipzig, Munich et Nuremberg) peuvent communiquer avec Moscou ; en outre, un service téléphonique a été établi entre Hambourg et Leningrad.

La participation de la Belgique à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — I. *Nouveaux circuits.* — a) Vers d'autres pays. — 1 Bruxelles—Genève, 2 Bruxelles—Londres (10° et 11°), 1 Bruxelles—Luxembourg (8°), 1 Bruxelles—Milan, 1 Bruxelles—Rotterdam (5°), 1 Bruxelles—Stockholm, 1 Anvers—Berlin, (2°), 1 Anvers—Rotterdam (11°), 1 Anvers—Zurich, 1 Charleroi—Paris,

1 Gand—Paris (2°), 1 Gand—Rotterdam, 1 Liége—Longwy, 1 Liège—Paris (2°), 1 Péruwelz—Valenciennes, 1 Solre-sur-Sambre —Maubeuge ;

b) De transit. — 1 Londres—Budapest, 2 Londres—Dusseldorf, 1 Londres—Prague, 1 Paris—la Haye, 1 Luxembourg—Rotterdam.

La constitution des circuits directs Bruxelles—Milan et Bruxelles —Stockholm a eu pour effet de faciliter et d'accélérer les communications téléphoniques de la Belgique avec l'Italie d'une part, la Suède la Norvège et la Finlande d'autre part.

Un nouveau câble sous-marin, contenant treute circuits à quatre fils, sera mis en service dans le courant de l'automne de 1932. Des dispositions sont prises en vue de son prolongement par des câbles souterrains à travers la Belgique jusqu'à la frontière allemande.

D'autre part, la section belge d'un deuxième câble souterrain entre Bruxelles et Paris est en cours de pose.

Les administrations belge, allemande et tchécoslovaque se sont mises d'accord pour constituer très prochainement un circuit direct Bruxelles—Prague.

II. *Extension des relations ouvertes au public.* — a) Service européen. — Les relations ont été ouvertes avec les îles Baléares et avec la Roumanie.

Le service avec la Pologne et la Norvège, qui était limité à certains réseaux de ces pays, est maintenant autorisé avec tous les réseaux polonais et norvégiens.

Les relations avec la Yougoslavie ont été étendues au réseau de Daruvar.

Des pourparlers sont engagés en vue de l'ouverture des relations téléphoniques entre la Belgique et la Bulgarie. Les moyens de communication ne permettent pas d'envisager actuellement l'extension de ces relations à l'Albanie et à la Turquie.

b) Service extra-européen. — Le service a été ouvert entre tous les réseaux belges et les îles Canaries, le Maroc français, la Nouvelle-Zélande, Maraçay (Vénézuela) et Bangkok ; il a été étendu à de nouveaux réseaux de l'Argentine, de l'Australie, du Brésil, du Chili, des Indes néerlandaises, de l'Indochine française et de l'Uruguay.

Les relations avec le Canada et le Mexique, qui étaient restreintes

à certains réseaux de ces pays, sont actuellement autorisées sans restriction.

Les paquebots transatlantiques « Belgenland » et « Empress of Britain » ont été ajoutés à la liste des paquebots en mesure de communiquer avec la Belgique au cours de la traversée de l'Atlantique.

Un service public limité de communications radiotéléphoniques sera inauguré à bref délai entre la Belgique et le Congo belge.

III. *Liste des relations téléphoniques internationales ouvertes actuellement au public.* — a) Pays européens. — On peut téléphoner de tous les réseaux belges avec :

1. tous les réseaux des pays suivants : Allemagne, Autriche, Danemark, Danzig, Espagne (y compris Gibraltar, les îles Baléares et Ceuta), Estonie, Finlande, France, grand-duché de Luxembourg, Grande-Bretagne, Hongrie, Irlande, Lettonie, Lithuanie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Sarre, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie et Cité du Vatican ;

2. les principaux réseaux de l'Italie ;

3. les villes de Belgrade, Daruvar, Ljubljana et Zagreb (Yougoslavie).

b) Pays extra-européens. — On peut converser entre tous les réseaux belges et :

1. tous les réseaux du Canada, des Etats-Unis d'Amérique, des îles Canaries, de l'île de Cuba, du Maroc français, du Mexique et de la Nouvelle Zélande ;

2. les principaux réseaux de l'Argentine, du Chili et de l'Uruguay ;

3. les réseaux des Etats de New South Wales, Queensland, South Australia et Victoria (Australie) ; le réseau de Rio de Janeiro (Brésil) ; les réseaux des îles de Java et de Madura et ceux du nord de l'île de Sumatra (Indes néerlandaises) ; les réseaux de Cholon, Pnom-Penh et Saïgon (Indochine française) et un bureau spécial à Bangkok (Siam) et à Maraçay (Vénézuela) ;

4. les paquebots transatlantiques « Belgenland », « Empress of Britain », « Homeric », « Leviathan », « Majestic » et « Olympic » au cours de la traversée de l'Atlantique.

La participation des Etats-Unis à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931

par l'American telephone and telegraph company. — I. *Nouvelles liaisons.* — Au cours de 1931, des liaisons téléphoniques ont été ouvertes entre tous les réseaux des Etats-Unis admis au service à grande distance et les réseaux suivants :

a) Service transatlantique. — Tous les réseaux de Lithuanie, tous les réseaux de Lettonie, Java, le reste des réseaux d'Italie (y compris la Sicile), les îles Canaries, Bucarest, Temisoara et autres villes principales de Roumanie, Sumatra.

b) Service avec les navires en mer. — Les paquebots « Empress of Britain » et « Monarch of Bermuda ».

c) Service avec l'Amérique du sud. — Le reste de l'Argentine, du Chili et de l'Uruguay, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Santos et régions contiguës.

d) Service avec les iles Hawaï. — Iles de Oahu, Hawaï, Maui, Kaui et Molakai.

e) Service avec les iles Bermudes. — Hamilton, St-George, Somerset, Tuckerston et régions contiguës.

II. *Liste des relations téléphoniques internationales ouvertes actuellement au public.* — a) Europe. — Autriche, Belgique, Tchécoslovaquie, Danzig, Danemark, Angleterre, Finlande, France, Allemagne, Gibraltar, Hongrie, Irlande (Dublin et Belfast seulement), île de Man, Italie, Lettonie, Lithuanie, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Pologne (Varsovie et villes principales), Roumanie (Bucarest et villes principales), Ecosse, Espagne, Suède, Suisse, Pays de Galles.

b) Amérique du sud. — Argentine, Brésil (Rio de Janeiro, San Paulo, Santos et régions contiguës), Chili (Santiago et partie sud), Uruguay.

c) Autres pays. — Australie (Nouvelles Galles du sud, Queensland, Victoria et Australie du sud), îles Bermudes (villes principales et régions contiguës), îles Canaries, Indes orientales néerlandaises (Java et partie nord de Sumatra), îles Hawaï (Oahu, Hawaï, Maui, Kaui et Molokai), Maroc espagnol (Ceuta).

d) Avec les paquebots. — Belgenland, Empress of Britain, Homeric, Leviathan, Majectic, Monarch of Bermuda, Olympic.

La participation de la Grande-Bretagne à la télé-

phonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — I. *Nouvelles liaisons.* — Au cours de l'année 1931, le service téléphonique a été établi avec la Roumanie et la Yougoslavie, et a été étendu à toutes les régions de la Tchécoslovaquie, de l'Estonie, de l'Italie (y compris la Sicile) et de la Lithuanie.

Le service téléphonique anglo-italien a été étendu à certaines villes de Sardaigne, et le service anglo-espagnol a été étendu à l'île Majorque (îles Baléares).

On poursuit actuellement l'étude de l'organisation d'une liaison téléphonique avec la Bulgarie (via Budapest et Bucarest) et avec l'Union des républiques soviétistes socialistes (via Berlin).

Le service anglo-néozélandais a été étendu à la Belgique, l'Allemagne, les Pays-Bas (et aussi, à partir du 1er janvier 1932, à l'Autriche, la Tchécoslovaquie, Danzig, le Danemark, la Finlande, la France, la Hongrie, la Lettonie, la Lithuanie, le Luxembourg, la Norvège, la Roumanie, la Suède et la Suisse).

Le service établi entre toutes les parties de la Grande-Bretagne, de l'Irlande du nord et de l'île de Man et certains paquebots transatlantiques a été étendu (via London) à Dublin (Etat libre d'Irlande), à l'Australie et aux pays d'Europe ouverts au service avec l'Australie et aux services téléphoniques transatlantiques.

II. *Listes des relations téléphoniques internationales ouvertes actuellement au public.* — Il existe des liaisons téléphoniques entre l'ensemble de la Grande-Bretagne, l'Irlande du nord et l'île de Man, d'une part, et d'autre part : l'Argentine, l'Australie (Queensland, Nouvelles Galles du sud, Victoria et l'Australie du sud), le Brésil (Rio de Janeiro seulement), le Canada, le Chili (Santiago, Valparaiso, Vinadelmar, Conception, San Antonia, Talca, Temuco et un certain nombre d'autres villes du Chili central), Cuba, le Mexique, la Nouvelle Zélande, les Etats-Unis, l'Uruguay (Montevideo, Rosario, Colonia et Colonia Suiza seulement), les îles Canaries (via Madrid), les Indes orientales néerlandaises (Java, Madura et Sumatra, via Amsterdam), l'Indochine française (Saïgon, Cholon, Cochinchine et Pnom-Penh (via Paris), le Maroc français (via Paris), le Siam (via Berlin), le Vénézuela (via Berlin) à partir du 1er janvier 1932.

On peut aussi communiquer téléphoniquement entre Dublin

(Etat libre d'Irlande), et les pays ci-dessus, à l'exception de l'Indochine française, du Maroc français, du Siam et du Vénézuela.

Il existe un service téléphonique, via Londres, entre l'Australie, le Canada, les Etats-Unis, Cuba et le Mexique, d'une part, et d'autre part toutes les régions des pays suivants : Autriche, Belgique, Tchécoslovaquie, Danzig, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Gibraltar, Pays-Bas, Hongrie, Italie, Lettonie, Lithuanie, Luxembourg, Norvège, Roumanie, Espagne, Suède et Suisse, ainsi que Varsovie et diverses autres villes importantes de Pologne.

Des liaisons radiotéléphoniques avec Londres comme point de raccordement permettent de communiquer entre :

l'Australie et l'Amérique du nord (Canada, Cuba, Mexique et les Etats-Unis) ;

l'Australie et l'Amérique du sud (Argentine, Brésil, Chili et Uruguay) ;

les îles Canaries et l'Amérique du nord (Canada, Cuba, Mexique et les Etats-Unis) ;

les Indes orientales néerlandaises et l'Amérique du nord (Canada, Cuba, Mexique et les Etats-Unis) ;

les Indes orientales néerlandaises et l'Amérique du sud (Argentine, Chili et Uruguay).

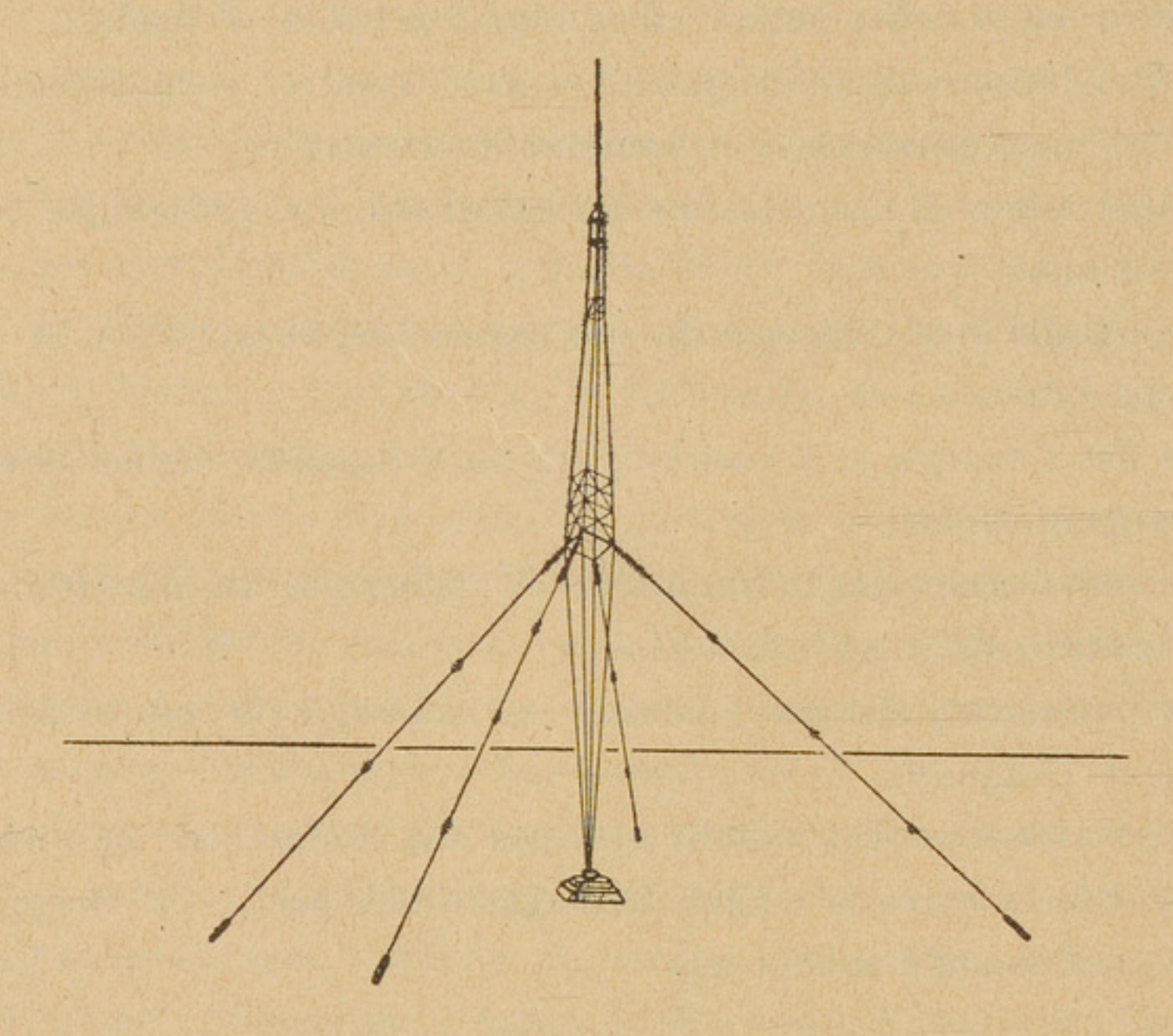
On espère pouvoir établir sous peu une communication téléphonique directe entre la Grande-Bretagne d'une part, et l'Afrique du sud et le Canada d'autre part.

Les pylônes rayonnants — Une innovation qui présente un certain intérêt, dans la technique radioélectrique, vient d'être réalisée en Amérique et, après expérimentation, semble devoir entrer en application en Europe. Elle est relative à la construction des antennes des postes émetteurs.

L'originalité du dispositif consiste dans ce fait que l'antenne, au lieu d'être constituée par un ensemble de conducteurs supportés par des pylônes, est constituée par une sorte de pylône, jouant lui-même le rôle de dispositif rayonnant, et se rapprochant ainsi du radiateur théorique vertical. Comme le montre la figure, ce pylône est constitué par un ensemble métallique formé de deux pyramides

quadrangulaires accolées par leur base, reposant sur le sol par le sommet de l'une d'elles, et maintenues verticales par des haubans prenant attache à leur base commune.

Si l'on place sur un support isolant le sommet voisin du sol, on voit que l'ensemble peut être excité pour vibrer approximativement en demi-longueur d'onde et permettre ainsi d'obtenir une hauteur effective d'entenne plus importante qu'avec les dispositifs utilisés jusqu'ici. La vibration de cet ensemble en demi-longueur d'onde con-



duit d'ailleurs à ne rendre le pylône rayonnant pratiquement utilisable pour la radiodiffusion qu'en ce qui concerne la gamme des ondes moyennes. Encore faut-il avoir la possibilité d'ajuster cette antenne, par une variation appropriée de la hauteur, à la longueur d'onde que l'on désire utiliser. Un dispositif ingénieux permet ces variations entre certaines limites. La pyramide supérieure se termine, en effet, par un mât télescopique, dit *mât d'accord*, qui peut coulisser dans un support axial à son extrémité. La variation de hauteur peut atteindre une quarantaine de mètres environ.

Théoriquement, les avantages que l'on peut retirer de ce nouveau dispositif d'antenne sont relatifs au rendement et à la

régularité de radiation des ondes dans les diverses directions.

En ce qui concerne le rendement, le régime de vibrations en demi-onde permet déjà, après adaptation de l'ensemble à la longueur d'onde voulue, de réaliser, par une augmentation de la hauteur effective, une amélioration sur tous les autres types d'antennes Si les dimensions sont appropriées, le rendement de l'ensemble peut être très voisin de l'unité. Un autre élément d'amélioration du rendement provient de ce fait que, le pylône étant isolé, on évite les pertes importantes d'énergie que l'on constate fréquemment, en raison de leur résistance élevée, dans les contacts entre les prises de terre et le sol. Enfin l'absence de masses métalliques voisines du conducteur rayonnant (circonstance qui se présente toujours dans les divers types d'antenne utilisés jusqu'ici) supprime les pertes d'énergie par induction. D'ailleurs les haubans eux-mêmes sont sectionnés et isolés, et, pour éviter des pertes par perméabilité magnétique dans le pylône rayonnant lui-même, le pylône renferme dans ses arêtes des conducteurs en fil d'aluminium qui constituent à proprement parler le dispositif rayonnant.

En ce qui concerne la régularité du rayonnement, comme l'antenne verticale ainsi constituée est symétrique par rapport à toutes les directions, les ondes émises présentent elles-mêmes dans toutes les directions les mêmes caractéristiques au point de vue de leur intensité, et leur propagation le long du sol s'effectue dans des conditions identiques, les seuls éléments intervenant pour modiffer l'action à distance étant des éléments d'ordre géographique. On retire un autre avantage de cette façon de procéder. L'expérience a montré, en effet, que les rayons les plus puissants sont émis dans des directions dont l'inclinaison sur l'horizontale est relativement faible, en raison même de la nature du régime vibratoire imposé. Avec les radiateurs normalement utilisés jusqu'à présent, les ondes d'espace, après réflexion, engendraient de nouveau sur le sol un champ radioélectrique, dont l'intensité maximum correspondait à une distance de l'ordre d'un millier de kilomètres, ce qui entraînait, par interférence avec les ondes directes, le phénomène de fading, décelable d'ailleurs à des distances bien plus rapprochées. Dans le cas du pylône rayonnant, en raison de la faible inclinaison des rayons sur l'horizontale, la réflexion a lieu à des distances beaucoup plus grandes ce qui élar-

git considérablement, autour du dispositif émetteur, la zone de réception utile.

Tous les avantages contribuent donc à l'extension de la zone d'action utile du poste émetteur.

Des mesures ont été faites en Amérique à la suite de l'installation d'un certain nombre de ces dispositifs. Dans un cas où l'on utilisait un radiateur vertical de 142 mètres de hauteur, l'amélioration de la réception par rapport à celle que permettait auparavant une antenne normale a varié, paraît-il, de 64 à 100 % selon les résultats constatés dans diverses stations de contrôle. D'après ces résultats, pour une même puissance d'émission, l'intensité de réception aurait donc, en certains points, approximativement doublé.

En ce qui concerne leurs particularités de fabrication, on peut signaler que ces radiateurs verticaux sont généralement constitués par des pylônes légers, maintenus verticaux par quatre haubans seulement. Ils sont généralement construits en fer en cornière et galvanisés pour éviter la corrosion par la rouille. Cette galvanisation est d'ailleurs recommandable, car elle est plus efficace et plus durable que la peinture; or il est désirable qu'on ne soit obligé de renouveler l'enduit protecteur que le plus rarement possible, en raison de la nécessité dans laquelle on se trouverait d'arrêter le fonctionnement du poste pendant ces travaux. Les fers en cornière sont doublés par les gros fils d'aluminium dont il a été précédemment question et qui constituent eux-mêmes les éléments de radiation.

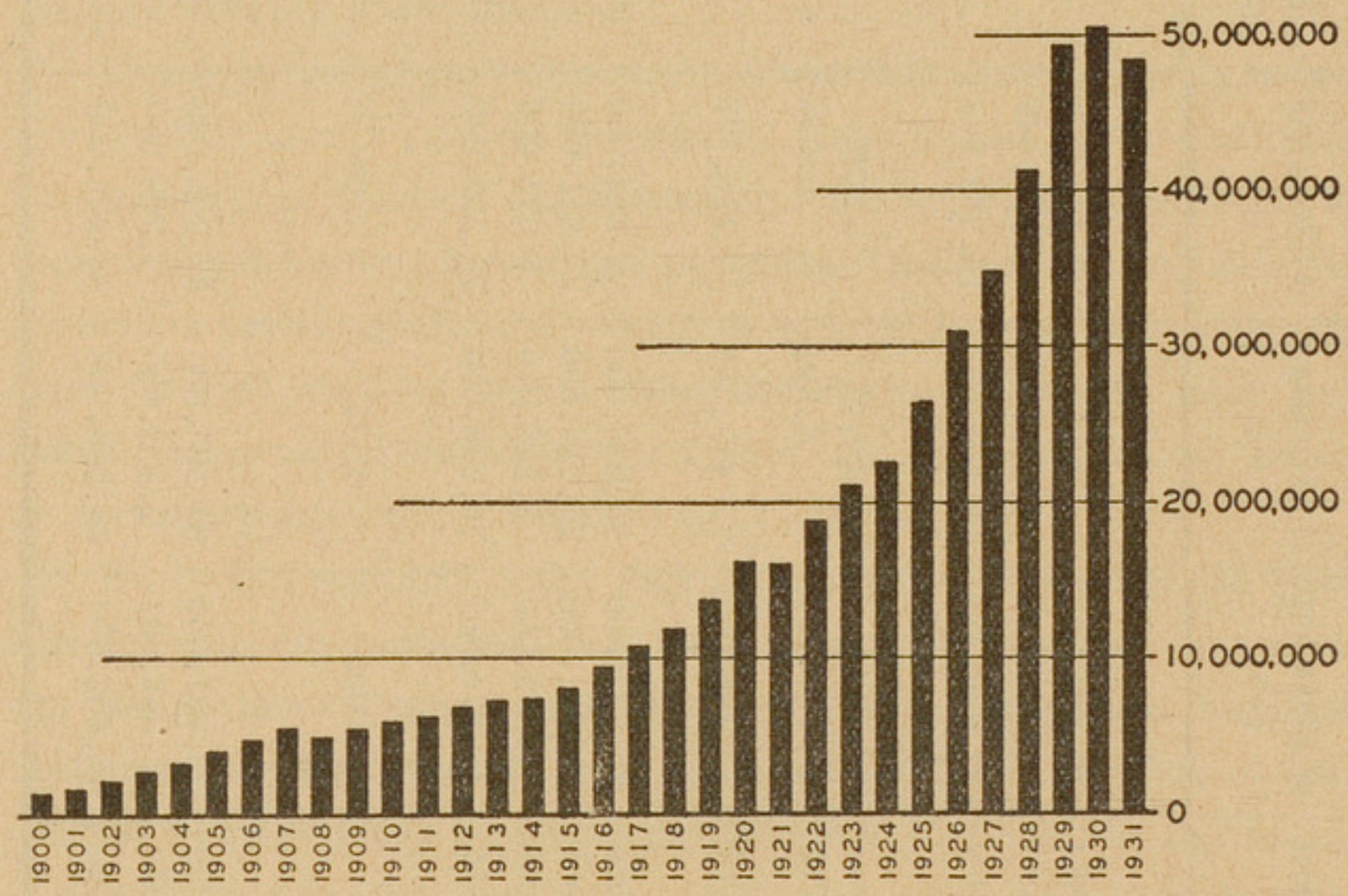
Parmi les dispositifs de cette nature installés en Amérique, on peut citer celui de Boston, constitué par un pylône de 142 mètres de hauteur, établi pour le compte du Sheperd broascasting service, et celui de Wayne (New Jersey), constitué par un pylône de 180 mètres avec un mât télescopique de 40 mètres, établi pour le compte de l'Atlantic broadcasting corporation.

La réalisation d'un dispositif analogue de 322 mètres de hauteur est étudiée pour le poste de Budapest. (*Journal télégraphique.*)

Statistiques téléphoniques américaines. — Du rapport annuel de l'American telephone and telegraph company, nous extrayons le tableau suivant, relatif au « Bell system » :

	31 DÉCEMBRE 1915.	31 DÉCEMBRE 1920.	31 DÉCEMBRE 1925.	31 DÉCEMBRE 1930.	31 DÉCEMBRE 1931.	ACCROISSEMENT pendant 1931.
Nombre de postes téléphoniques :						
Service manuel	5.968.110	8.176.884	10.538.935	10.705.118	9.659.349	— 1.045.769
Service automatique	0	157.095	1.496.289	4.976.941	5.730.645	+ 753.704
Total	5.968.110	8.333.979	12.035.224	15.682.059	15.389.994	— 292.065
Rapport du nombre de postes automatiques au nombre total de postes	0	0,019	0,124	0,317	0,372	
Nombre de bureaux centraux	5.300	5.702	6.017	6.585	6.645	+ 60
Longueur des lignes sur poteaux (en miles)	330.602	358.091	386.064	422.489	421.707	— 782
Longueur des lignes (en miles) :						
en câble souterrain	10.573.000	15.748.000	30.483.000	50.225.000	52.214.000	+ 1.989.000
en câble aérien	4.602.000	5.885.000	10.672.000	20.785.000	21.951.000	+ 1.166.000
aériennes	3.331.000	3.744.000	4.319.000	5.238.000	5.074.000	— 164.000
Total	18.506.000	25.377.000	45.474.000	76.248.000	79.239.000	+ 2.391.000
Rapport de la longueur des lignes en câble à la longueur totale	0,82	0,852	0,905	0,931	0,936	
Nombre moyen de conversations par jour :						
urbaines	25.184.000	31.836.000	46.702.000	62.365.000	62.205.000	— 160.000
interurbaines	819.000	1.327.000	2.098.000	2.933.000	2.700.000	— 233.000
Total	26.003.000	33.163.000	48.800.000	65.298.000	64.905.000	— 393.000

Et voici l'un des nombreux graphiques de cette publication : il représente la variation du nombre annuel de conversations téléphoniques à grande distance :



BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

724.265. Installation pour la transmission multiple à distance d'après le système des mesures à distance par impulsions à temps (Allgemeine Elektricitâts Gesellschaft, Allemagne).

724.808. Perfectionnements aux systèmes de transmission télégraphique (Le Matériel téléphonique, France).

725.300. Perforatrice pour télégraphes rapides à bande perforée (Etablissements Edouard Belin, France).

725.608. Perfectionnements aux dispositifs distributeurs pour systèmes télégraphiques (Le Matériel téléphonique, France).

725.672. Perfectionnements aux perforateurs télégraphiques (Imperial and international communications et MM. Harry Vernon Higgitt et Fred Warburton, Angleterre).

726.150. Mécanisme de changement de caractères pour appareils imprimeurs télégraphiques (Creed and company, Angleterre).

Téléphonie.

724.213. Dispositif de retard de transmission de courant (Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

724.229. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

724.356. Disposition de couplage pour installations téléphoniques avec plusieurs bureaux intermédiaires situés en série (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

724.352. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Associated telegraph and telephone company, Etats-Unis).

724.357. Disposition de couplage pour installations téléphoniques avec plusieurs bureaux intermédiaires (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

724.391. Nouveau type de commutateur téléphonique (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France).

724.392. Instrument à mesurer le temps pour téléphone de table et téléphone mural (F. Lichtenstein, Allemagne).

724.420. Disposition pour empêcher les dérangements par mélange de conversations (Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson, Suède).

724.426. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques et aux systèmes de transmission de même nature (Electrical research products, Etats-Unis).

724.484. Appareil émetteur d'impulsions pour réaliser les liaisons en téléphonie automatique (A. Boyé, France).

724.623. Dispositif amplificateur réversible (Société d'études pour liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance, France).

724.796. Contacts au mercure pour relais téléphoniques (Louis Micha, Monaco).

724.807. Clé d'appel téléphonique à clavier (Société anonyme des ateliers Brillié frères, France).

724.823. Réseau d'équilibre (invention M. Lebedinsky) (Société des téléphones Grammont, France).

724.826. Système de téléphonie optique (Jacques Brettmon, France).

725.029. Perfectionnements aux installations téléphoniques automatiques (Telefonaktiebolaget L.-M. Ericsson, Suède).

725.250. Disposition de couplage pour installations téléphoniques (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

725.229. Perfectionnements aux systèmes de téléphonie (Associated telephone and telegraph company, Etats-Unis).

725.422. Perfectionnements aux dispositifs électriques amplificateurs du type thermoïonique (Le Matériel téléphonique, France).

725.607. Perfectionnements aux systèmes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France).

725.645. Appareil servant à enrouler automatiquement les fils de tous les appareils téléphoniques en général (Henri Murat, France).

725.709. Perfectionnements aux systèmes de télécommunication à ondes modulées dans lesquels des produits de modulation sont traités sélectivement (Le Matériel téléphonique, France).

725.882. Perfectionnements aux transmetteurs téléphoniques (Siemens brothers and company, Angleterre).

726.007. Perfectionnements aux bureaux centraux téléphoniques automatiques (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

726.008. Perfectionnements aux installations de téléphone automatiques (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

726.083. Perfectionnements aux procédés de transmission électroacoustiques (M. Troubetzkoï, France).

726.120. Perfectionnements aux postes téléphoniques (Automatic telephone manufacturing company, Angleterre).

Transmission des images.

724.404. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Electrical research products, Etats-Unis).

724.336. Perfectionnements aux procédés de transmission par télévision et aux systèmes de télévision (Radio corporation of America, Etats-Unis).

724.524. Perfectionnements aux récepteurs de télévision (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

Dans un récepteur de télévision à tube à rayons cathodiques, on se sert du faisceau cathodique non pour produire directement un point lumineux mobile sur un écran fluorescent, mais pour connecter une source électrique successivement à différents points conducteurs d'une surface formant une cathode discontinue d'une ampoule à gaz rares, l'anode étant disposée de manière à ne pas gêner l'observateur qui regarde les divers points conducteurs de la cathode successivement recouverts de gaines lumineuses de petite surface constituant les différents points brillants de l'image reçue.

725.299. Procédé de transformation des variations des courants électriques en variations lumineuses, et appareil réalisant ledit procédé (Jean Gautier, France).

725.779. Perfectionnements à la transmission des images (Société française radioélectrique, France).

725.804. Perfectionnements aux récepteurs de télévision, télécinématographie (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

726.152. Procédé pour obtenir un synchronisme parfait entre un dispositif de décomposition et un dispositif de recomposition des images (Erich Hudec, Allemagne).

726.208. Dispositif de réception pour la télévision (Maufred von Ardenne, Allemagne).

Radiocommunications.

723.056. Signalisation radiotéléphonique (E.-H. Armstrong, Etats-Unis).

723.155. Dispositif permettant, dans les récepteurs radioélectriques à cadre, l'élimination des parasites d'origine atmosphérique et d'autres perturbations (E.-J. Lavigne, France).

723.263. Perfectionnements apportés aux lampes de T.S.F. afin d'en éliminer les bruits microphoniques (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

723.324. Perfectionnements aux appareils et installations de radio-réception (E.-J. Lavigne, France).

723.391. Perfectionnements apportés à l'utilisation et au montage des lampes de T.S.F. (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

723.545. Système oscillateur à fréquence constante (Wired radio, Etats-Unis).

723.546. Système oscillateur (Wired radio, Etats-Unis).

723.547. Système oscillateur à haute fréquence (Wired radio, Etats-Unis).

723.598. Dispositif de syntonisation pour ondes électriques (Radiohaus Horny, Autriche).

723.651. Dispositif pour adapter les appareils reproducteurs radiophoniques et gramophoniques aux réseaux radiophoniques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.695. Dispositif pour des postes téléphoniques, pour supprimer les perturbations produites dans la réception radiophonique par les installations téléphoniques, en particulier les installations à branchement automatique (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

723.765. Perfectionnements aux générateurs d'ondes courtes (Marconi's wireless telegraph Company, Angleterre).

723.810. Poste récepteur de T.S.F. (Jacques Lorier, France).

724.006. Appareil pour l'amortissement des parasites dans les récepteurs de T.S.F. (François Zerr, France).

724.063. Procédé et appareil perfectionnés pour isoler des variations de fréquence d'ondes électriques modulées au point de vue de la fréquence et de l'amplitude (British radiostat corporation, Angleterre).

724.593. Procédé et dispositif pour la génération ou l'amplification d'oscillations au moyen de tubes amplificateurs à décharge dans les gaz (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

724.644. Dispositif collecteur d'ondes pour récepteur de télégraphie et de téléphonie sans fil non sensible aux parasites industriels (P.-J. Laüt, France).

724.822. Perfectionnements aux appareils récepteurs de télégraphie ou téléphonie sans fil (M. Havard et Ch. de Hainault, France).

724.861. Nouveau procédé de réception des ondes modulées (F. Michaud, France).

724.938. Appareil automatique de distribution de la T.S.F. ou de la télévision (Société anonyme Nila, France).

725.008. Dispositif de commande à distance pour poste de T.S.F. particulièrement applicable aux postes sur avions ou autres (La Radio industrie, France).

725.037. Dispositif de contrôle automatique du volume pour appareils radiorécepteurs à courant continu (United american Bosch corporation, Etats-Unis).

BIBLIOGRAPHIE.

Etude et construction des lignes électriques aériennes, par Ch. Lavanchy. Paris, Baillière (Encyclopédie d'électricité industrielle), 1932. 1 vol. grand in-8c de 728 pages. — Prix (broché) : 110 francs.

Le problème purement électrique des transmissions d'énergie est d'abord traité successivement par les méthodes utilisant des abaques et par les méthodes de calcul algébrique du développement en série des fonctions hyperboliques.

Après l'exposé de l'application des circuits équivalents en Π au calcul des lignes à constantes uniformément réparties, l'auteur traite la question du calcul du courant de court-circuit d'un réseau alternatif, ainsi que telle des surtensions provenant des phénomènes transitoires.

L'étude mécanique des lignes aériennes, qui est faite ensuite en vue de l'étude des projets de lignes de transmission d'énergie, ne pourra manquer d'intéresser tout particulièrement les ingénieurs des télécommunications, qui, outre l'exposé complet des diverses méthodes graphiques et algébriques permettant les calculs mécaniques des conducteurs et des supports des divers types, y trouveront une très intéressante comparaison critique des théories si diverses proposées pour le calcul des fondations et de la stabilité des appuis en tenant compte des réactions du terrain.

L'ouvrage se termine par une étude pratique des conditions économiques de la construction, des frais divers qui entrent dans le devis, par un exposé des principes d'exécution du tracé ainsi que des diverses opérations pratiques de construction.

Ce livre fondamental tient une place marquante dans la belle collection de l'Encyclopédie d'électricité industrielle, dont M. Blondel dirige la publication.

Alta frequenza, revue trimestrielle de radiotechnique, téléphonie et acoustique appliquée, sous le patronage du Conseil national des recherches, de l'Association électrotechnique italienne et de la Société italienne de physique. Comité directeur : G. Marconi, G. Vallauri, G. Pession, U. Bordoni, Q. Majorana, G. di Pirro, G. Vanni. Milan, 10, via San Paolo. — Prix du numéro : 12 lires ; abonnement annuel : 30 lires.

Cette nouvelle revue, dont la composition du comité directeur donne une idée suffisante de la valeur, traite des sujets relatifs à la radioélectricité ou s'y rattachant, et comprend une partie de documentation technique fort étendue et détaillée. A titre d'exemple, voici la liste des études radioélectriques exposées dans le numéro de mars 1932 : *La réception des ondes ultra-courtes* (10^9 cycles), par N. Carrara ; *Méthodes électriques pour la mesure des pressions et des déplacements*, par G. Sacerdote ; *Etude d'un amplificateur à courant continu*, par A. Bressi ; *Recherches expérimentales sur la propagation d'une onde électromagnétique dans un milieu ionisé*, par G. Todesco. H. S.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 16-9-32.

L'ÉCHANGE DES DÉPÊCHES SANS ARRET DE TRAINS EN FRANCE (1857-1922),

par G. TONGAS,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes en retraite.

L'attention des services postaux a été rappelée, dans ces dernières années, sur la question de l'échange des dépêches entre une gare de chemin de fer et le wagon-poste d'un train qui la traverse à toute vitesse.

Les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* ont reproduit, à ce sujet, un article de l'*Union postale* donnant la description de l'appareil qu'utilise l'office britannique et dont il se déclare pleinement satisfait. Cet appareil a ceci de très particulier qu'il fut essayé pour la première fois en 1838 ; dix ans après, il était définitivement en service ; depuis, il n'a subi aucune modification notable, ni dans son principe, ni dans sa manœuvre.

A l'heure actuelle, l'Angleterre compte 160 gares d'échange ; il s'y fait, par 24 heures, 200 opérations portant sur un poids total d'environ 10 tonnes de correspondances. Le grand train-poste anglais du nord, connu sous le nom de *malle anglaise d'Ecosse*, est l'exemple le plus souvent cité de l'utilisation de ce procédé ; ce train qui fait, chaque nuit, le trajet de Londres à Aberdeen dessert, sans arrêt, 42 stations intermédiaires.

Des résultats aussi remarquables, rapprochés de ce fait qu'il n'existe actuellement rien de semblable dans aucun autre pays d'Europe, ne laissent pas de surprendre.

Aussi semble-t-il qu'un rapide historique de ce problème de l'échange, tout au moins en ce qui concerne la France, n'est pas inutile ; il montrera que notre service des Postes l'a suivi depuis l'origine et jusque dans ces dernières années ; peut-être aussi per-

mettra-t-il de dégager les raisons de cette apparente anomalie, en rappelant les difficultés d'une question qui, au premier abord, peut paraître assez simple.

Premières études. Droit d'installation réservé à l'administration des Postes. — La période principale d'établissement des chemins de fer français s'étend de 1840 à 1857. Le premier bureau ambulant postal français fut créé par une décision de la Direction générale des Postes du 29 janvier 1845 ; ce bureau, sommairement aménagé dans un fourgon à bagages, fonctionna pour la première fois, à titre d'essai, sur la ligne Paris—Rouen, récemment ouverte au trafic ; puis des wagons spéciaux furent construits, des services ambulants furent créés peu à peu ; enfin, quelques années plus tard, le 2 août 1854, une décision ministérielle fixait définitivement une organisation qui, depuis, n'a cessé de se développer en même temps que le réseau ferré lui-même.

Au cours de cette période d'adaptation du service postal au nouveau mode de transport rapide, on avait reconnu la possibilité de desservir certaines stations où le train-poste ne s'arrêtait pas, en leur lançant au passage par la portière du bureau ambulant, le courrier qui leur était destiné. Cette solution, immédiate et simple, était incomplète puisqu'elle ne permettait pas à ces stations de profiter du passage du train-poste pour l'envoi de leur propre courrier ; en outre, et surtout, elle était considérée comme très dangereuse pour les agents du chemin de fer qui pouvaient se trouver sur les quais des stations, et dommageable pour les dépêches, qui risquaient de se détériorer au contact du sol, ou même, en rebondissant contre un obstacle quelconque, de se trouver rejetées sous le train et d'y être lacérées.

L'administration des Postes n'admît donc la pratique du *lancé* qu'à titre essentiellement provisoire et, considérant tout l'intérêt que présenterait l'échange complet, sans arrêt de train, au moyen d'un mécanisme qui assurerait à la fois le *laisser* et la *prise* (ces mots s'entendent par rapport au wagon), elle se préoccupait de doter le service français soit de l'un des deux systèmes qui fonctionnaient déjà en Angleterre et en Belgique et dont ces deux pays

tiraient, disaient-ils, un avantage réel, soit de tout autre, plus convenable, qui viendrait à se présenter.

Cette préoccupation apparaît dès 1851, dans une première convention entre l'Etat et la Compagnie du chemin de fer de l'Ouest, où la faculté d'utiliser des appareils d'échange est réservée à l'administration des Postes. Un peu plus tard, en 1857, lorsque le ministère des Travaux publics établit le cahier des charges général qui devait être joint aux conventions à passer avec les grandes compagnies de chemins de fer, cette administration fit inscrire, parmi les articles concernant ses services, le paragraphe suivant (article 17, paragraphe 16), qui a été reproduit dans toutes les conventions ultérieures :

L'administration se réserve le droit de faire établir à ses frais, sans indemnité, mais aussi sans responsabilité pour la Compagnie, tous poteaux ou appareils nécessaires à l'échange des dépêches sans arrêt de train, à la condition que ces appareils, par leur nature ou leur position, n'apportent pas d'entraves aux différents services de la ligne ou des stations.

Conditions techniques à exiger. — La sécurité de circulation sur chemin de fer exige, de toute évidence, qu'aucune partie d'un véhicule en marche ne puisse venir en contact avec un obstacle qui se trouverait à proximité de la voie ; c'est pourquoi on a, dès l'origine, défini par deux contours (fig. 1) tracés dans le plan vertical perpendiculaire à l'axe de la voie :

d'une part, le *gabarit de chargement*, qui limite impérativement les dimensions transversales des véhicules, dont aucune partie, chargements compris, ne doit jamais sortir,

et, d'autre part, le *gabarit des obstacles*, dans lequel aucun objet fixe, avoisinant la voie, ne doit jamais pénétrer.

Ces deux gabarits sont séparés par un espace neutre, indispensable, suffisamment large pour tenir compte de l'amplitude des oscillations que subissent les véhicules en marche, oscillations qui varient à chaque instant, et pour chacun d'eux, non seulement avec sa vitesse elle-même, mais aussi avec le degré d'usure de ses organes de roulement et de suspension, l'importance de son chargement, l'état de la voie, etc...

La figure 1 indique, par rapport à l'axe d'une voie normale

de $1^{m},45$, la position actuelle des deux verticales qui intéressent plus particulièrement la question de l'échange des dépêches sans arrêt de train, savoir :

aa pour le gabarit de chargement ;

bb pour le gabarit des obstacles.

Le respect rigoureux de l'espace neutre aurait rendu inacceptable tout système mécanique d'échange, et le « *laisser* » seul, par

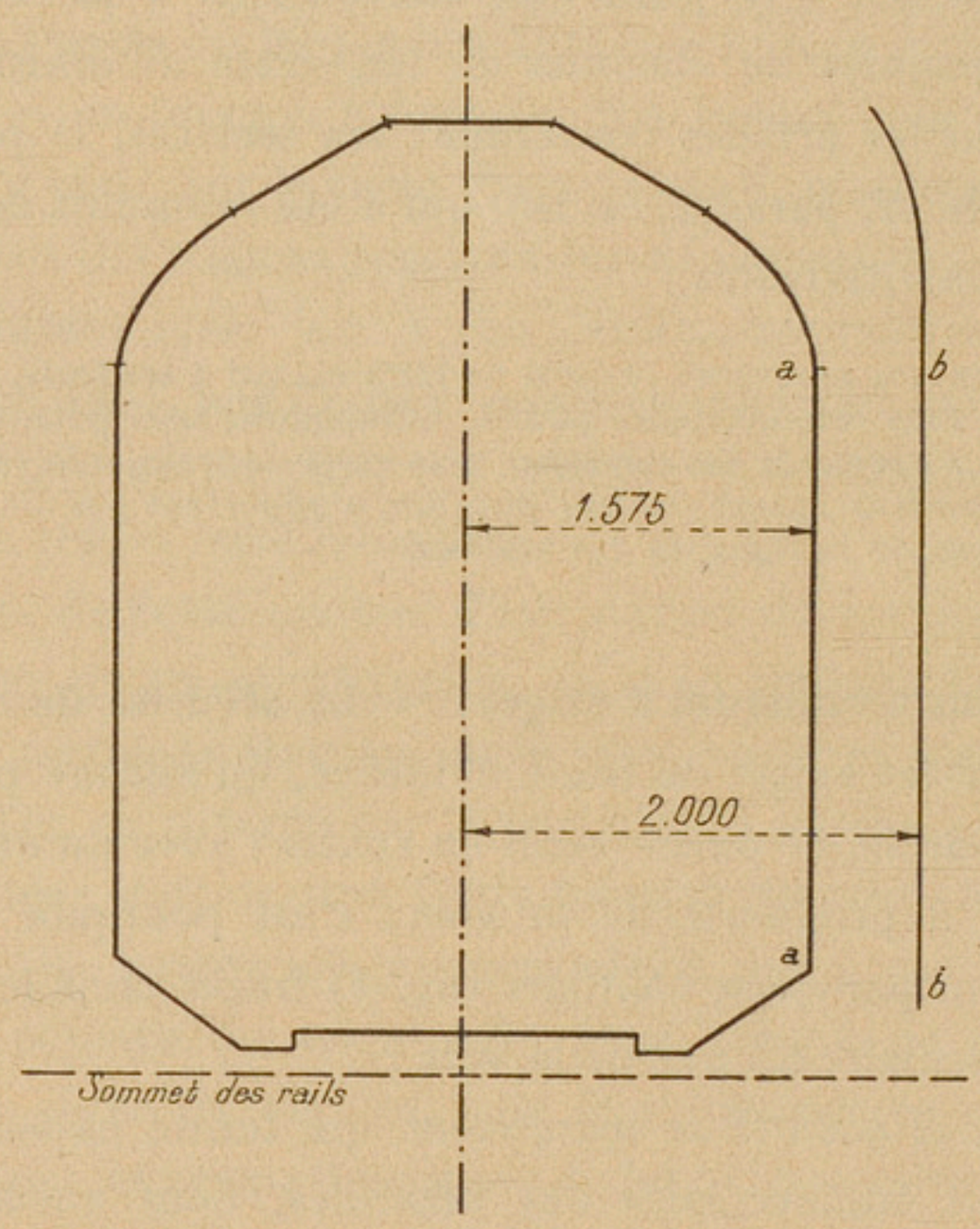


Fig. 1.

« *lancé* » serait resté possible ; il a donc fallu admettre, en faveur de ces systèmes, quelques dérogations ; mais, bien entendu, sous certaines conditions propres à les rendre moins dangereuses. Ces conditions ayant toujours dominé et dominant encore la question, il est nécessaire d'en rappeler les plus essentielles, telles qu'elles furent, bien certainement, formulées dès le premier entretien de l'administration des Postes et des compagnies de chemin de fer touchant le choix d'un système :

— Les organes des appareils devront, au repos, se tenir respec-

tivement en dedans du gabarit de chargement s'ils appartiennent au wagon et en dehors du gabarit des obstacles s'ils appartiennent aux appareils de voie ;

— En position de travail, les organes du wagon qui sortiront du gabarit de chargement devront, autant que possible, y rentrer automatiquement dès que l'opération d'échange sera terminée ; à défaut, le rappel dans le gabarit sera exécutable par une manœuvre sûre et immédiate ;

— En position de travail, les organes de la voie qui pénétreront dans le gabarit des obstacles devront, comme les précédents, être rappelés automatiquement en dehors de ce gabarit ; à défaut, un moyen de rappel sûr et immédiat sera nécessaire ; ces organes ne devront *jamais* pénétrer dans le gabarit de chargement ;

— En position de travail, aucune partie de l'appareil ne devra faire courir de risques ni aux personnes se trouvant sur la voie, ni à celles qui se trouveraient dans les wagons attelés au même train ou sur les machines, en particulier aux conducteurs, chauffeurs, mécaniciens, que leurs fonctions obligent à se pencher fréquemment en dehors ou à circuler le long du train sur les marchepieds des wagons.

Premiers essais en service : système belge (1860-1866). — A l'examen, l'appareil anglais fut jugé inadmissible dans le service français.

La surcharge apportée par le lourd filet de prise à l'un des côtés du wagon-poste semblait trop dangereuse pour sa stabilité, surtout lorsque ce filet est en position de travail ; l'équipement des wagons et des stations entraînerait de fortes dépenses ; le service du bureau ambulant proprement dit serait fâcheusement privé d'une surface importante.

L'appareil belge était beaucoup plus simple et moins coûteux ; il ne donnait pas lieu aux mêmes craintes ; il ne prenait aucune place dans le bureau. Il appartenait à un groupe de systèmes qui se présentèrent à partir de 1849 et qui, tous identiques de principe, sont connus sous les noms de systèmes « du jeu de bagues », systèmes « à aiguilles », systèmes « à lances ».

Dans le « jeu de bagues », un anneau est suspendu à un support que la moindre traction fait céder ; il se présente de face au joueur, qui doit l'enlever au passage en l'enfilant avec une « aiguille » ou « lance » qu'il tient à la main. L'application au problème de l'échange en avait paru facilement réalisable : les sacs à échanger seront solidement liés chacun à un anneau porteur ; le wagon-poste sera extérieurement, près de sa toiture, armé d'une lance L_1 (fig. 2) horizontale, parallèle à la voie et

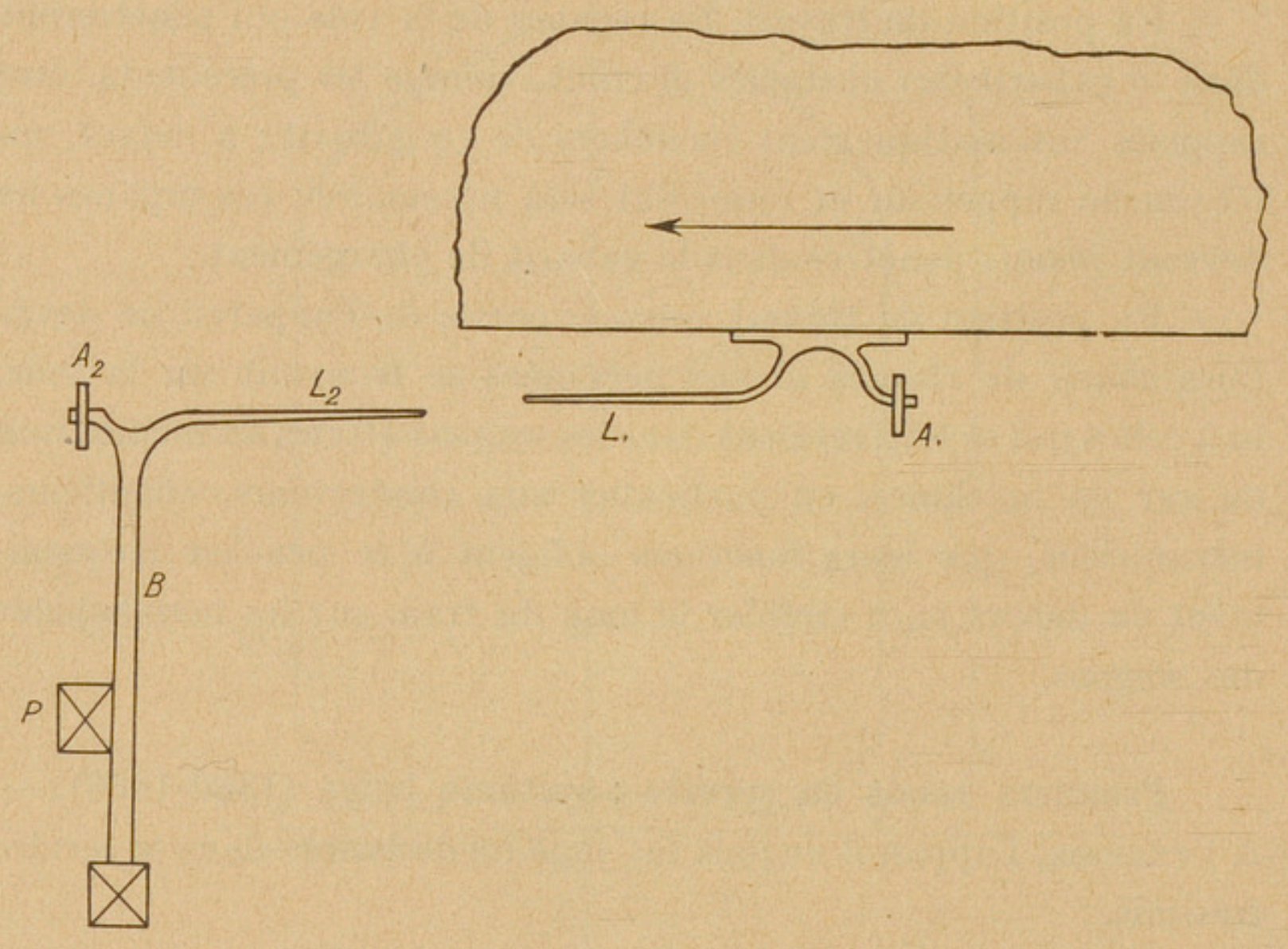


Fig. 2. — Système à lances (principe).

sortant, d'une quantité convenable, du gabarit de chargement ; cette lance enfilera, au passage, l'anneau porte-sac A_2 que lui présentera l'appareil de voie ; celui-ci sera formé d'un simple poteau P, planté à la limite du gabarit des obstacles et qui, au moment voulu, aura tendu dans ce gabarit un bras B porteur dudit anneau A_2 ; ce bras y placera en même temps, une lance L_2, semblable à la précédente, horizontale, parallèle à la voie, sur laquelle viendra s'enfiler l'anneau porte-sac A_1 présenté par le wagon-poste ; les distances seront réglées de telle sorte que, pendant le croisement, les deux lances parallèles L_1 et L_2 seront

très voisines ; il suffira donc de suspendre les anneaux porte-sac en A_1 et A_2 pour que chaque lance s'empare de l'anneau placé au talon de l'autre : les deux opérations d'échange seront ainsi réalisées simultanément.

L'expérience a immédiatement montré qu'une telle simplicité était bien loin de fournir une solution véritable. Le dispositif auquel le service français s'était arrêté après plusieurs années d'essais divers et qui était utilisé en 1865 sur le réseau du Nord français, permet de préciser les difficultés fondamentales auxquelles tous les inventeurs de cette classe d'appareils s'étaient successivement heurtés.

Les oscillations de toute sorte que la marche impose aux wagons

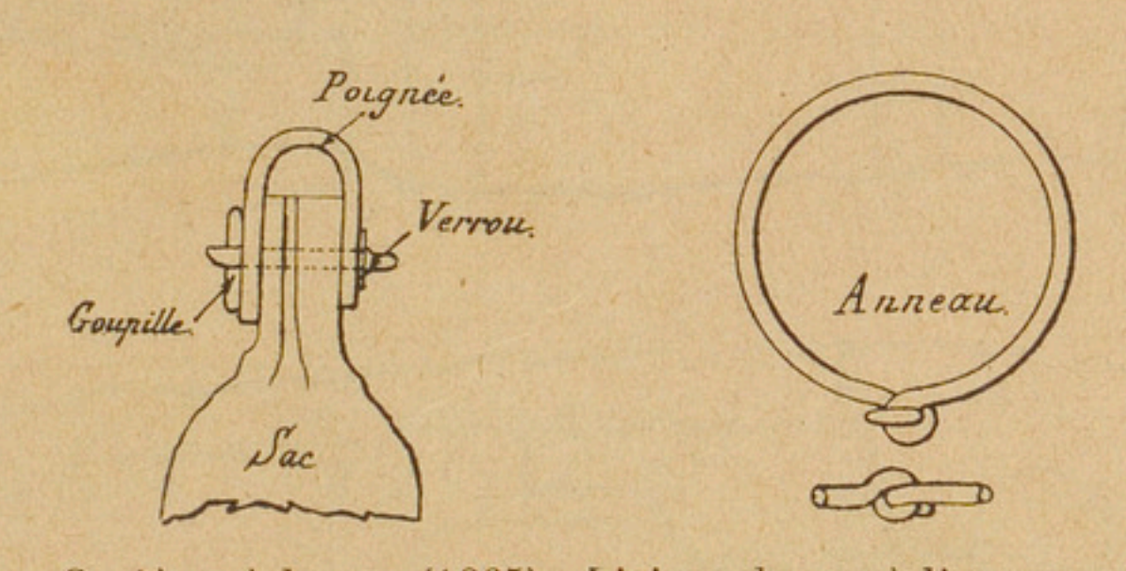


Fig. 3. — Système à lances (1865) : Liaison du sac à l'anneau porteur. (Cet anneau est en fer rond *noué* et non *soudé*).

font varier, dans des proportions très notables, les positions relatives qu'ont, au moment du croisement, les organes fixes de la voie et les organes mobiles de l'ambulant. Il faut cependant que, malgré ces variations, chaque lance enfile correctement l'anneau dont elle doit s'emparer. La solution représentée sur les figures 3, 4 et 5 était l'une des meilleures : le col du sac est fermé par un verrou goupillé qui sert d'axe à une poignée métallique dans laquelle est passé un grand anneau de prise ; cet assemblage donne à la position de l'anneau, par rapport à celle du sac, une indépendance relative, qui permet de poser ce dernier sur une tablette et en même temps de fixer l'anneau, par une pince à ressort, au talon de la lance, dans un plan perpendiculaire à la voie, de manière à ce qu'il offre la totalité de sa surface à la pointe de la lance qui doit l'emporter. Pour neutraliser l'action du vent qui, dans les grandes vitesses,

tendrait à déplacer le sac et, par suite, à déplacer l'anneau, la tablette est, sur le wagon, complétée par un écran ; ces dispositions suppriment en même temps les balancements propres des sacs,

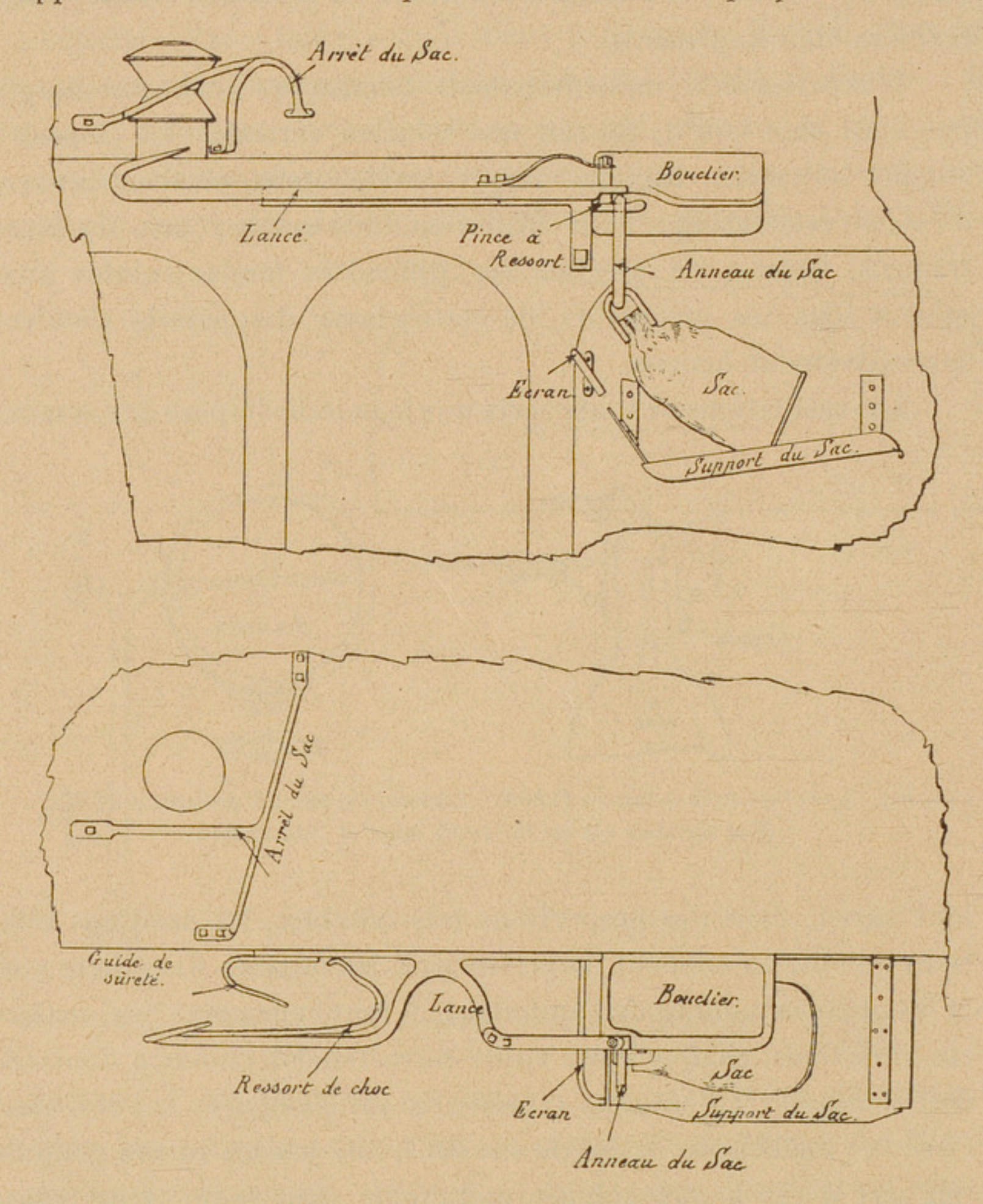


Fig. 4. — Système à lances (1865) :
Equipement du bureau ambulant.

et ceux-ci se trouvent tenus hors des trajets des pointes des lances.

Les chocs entre les anneaux de sac et les butées des lances étaient extrêmement violents ; la réaction de ces chocs parvenait souvent à repousser l'anneau au delà de la pointe de la lance ; l'anneau avec son sac tombait, chute toujours dommageable pour

les correspondances, surtout lorsqu'elles provenaient du wagon. Pour atténuer ces effets, à chaque lance, dans l'appareil de 1865, était associé un puissant ressort en lame dont l'élasticité absorbait,

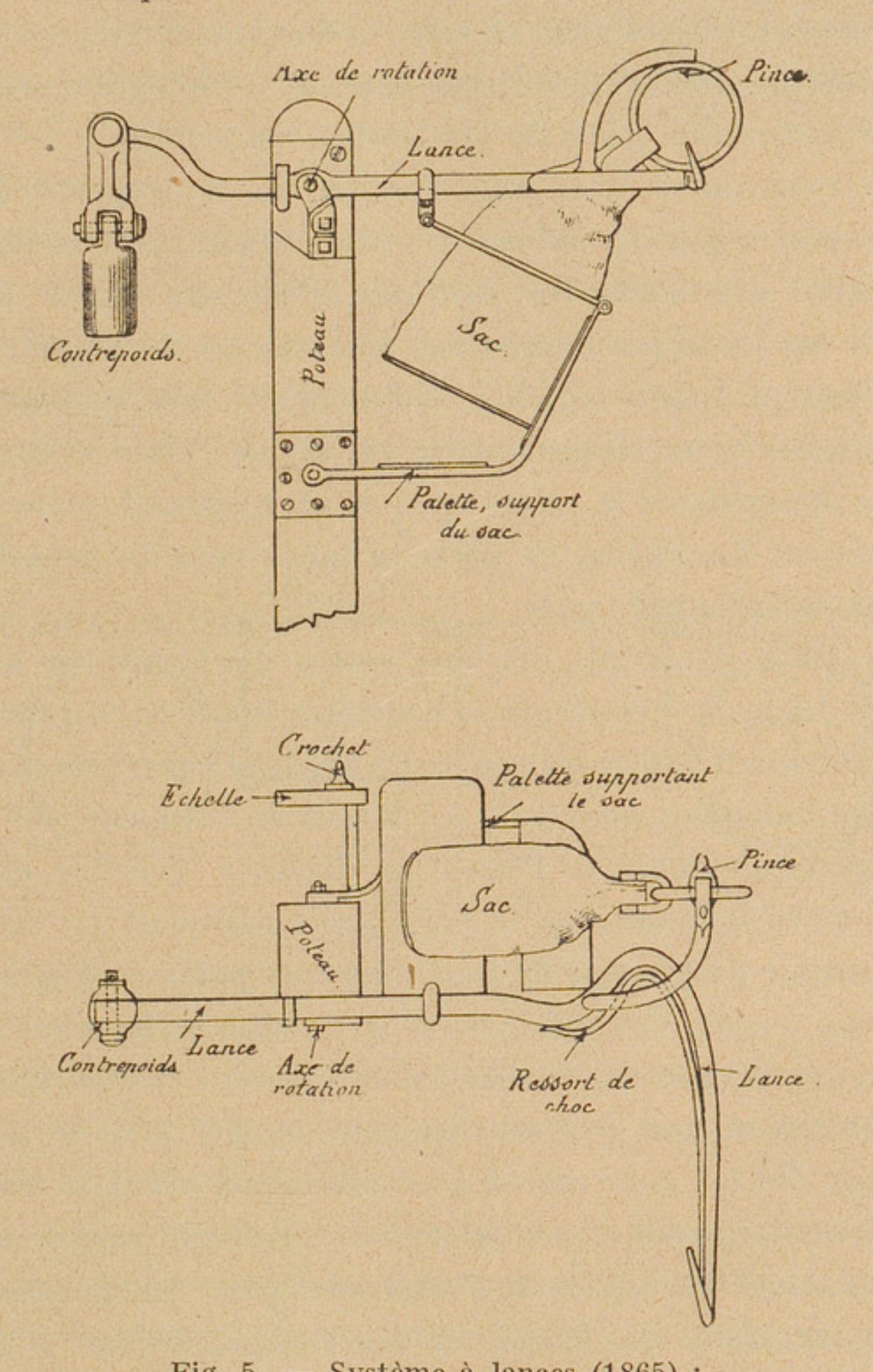


Fig. 5. — Système à lances (1865) :
Poste de voie en position d'échange.

au moins en partie, l'énergie de l'anneau. On peut encore signaler sur le wagon : le bouclier placé dans le plan de la lance, à l'aplomb de la tablette, pour recevoir le choc principal du sac échangé ; l'arrêt de sac fixé sur la toiture, pour défendre la lanterne du wagon contre un retour de ce même sac. Ces précautions montrent

bien l'importance destructive des effets dynamiques auxquels tout ce mécanisme se trouvait soumis et l'absolue nécessité de les atténuer ; on n'y réussit jamais d'une façon suffisante.

Les sacs utilisés étaient en cuir ; la dépêche, fermée sous papier, qui y était insérée, ne devait pas dépasser 10 kilogrammes (Circulaire de la direction générale des Postes, mars 1865).

On remarquera que, sous l'action du contrepoids, tous les organes portés par le poteau de voie sortent automatiquement du gabarit des obstacles dès que, l'échange étant fait, on enlève le sac laissé par l'ambulant. Les organes du wagon, au contraire, restent fixes ; la lance, notamment, fait toujours saillie hors du gabarit de chargement, ce qui est un défaut capital ; dans d'autres appareils de la même époque, un dispositif, manœuvrable de l'intérieur du wagon, ne porte la lance hors du gabarit qu'au moment de l'échange.

En 1865, il existait dix-huit postes d'échange sur le réseau du Nord français. Les résultats constatés furent très différents de ceux qu'obtenait l'office belge avec un appareil à peu près identique : l'échange manquait souvent ; les lances se brisaient, les sacs se déchiraient ; d'ailleurs, en France, la vitesse, à l'échange, était plus grande qu'en Belgique, où le train-poste marquait un ralentissement sensible au passage de la station ; les poids échangés étaient aussi plus lourds. Ces différences, en modifiant les circonstances de choc, justifiaient sans doute les différences des résultats ; enfin la manœuvre n'était pas sans quelque danger pour le personnel ambulant. On fut donc amené à conclure que, « malgré les perfec-« tionnements possibles, un tel système resterait encore domma-« geable pour les dépêches, dangereux pour les personnels de « l'administration des Postes et des Compagnies de chemin de « fer ».

En 1866, les installations furent supprimées [1].

Système automatique Cacheleux (1876). — Pendant les quinze années qui suivirent, un très grand nombre de systèmes

1. La Belgique a conservé son système jusqu'en 1895.

d'échange sans arrêt de train furent proposés et étudiés. Un seul, présenté en 1876, par M. Cacheleux, chef de station des lignes télégraphiques, utilisait une idée nouvelle et méritait de retenir l'attention : il était automatique, au sens littéral du mot, c'est-à-dire que l'opération d'échange, une fois préparée, n'exigeait, pour s'accomplir, aucune intervention manuelle. Voici le principe de ce système.

Sous le wagon-poste, entre les deux essieux du châssis, est établie une caisse divisée en deux compartiments correspondant à deux trappes s'ouvrant dans le parquet (fig. 6). Le fond de chacun de ces compartiments est formé d'un panneau B, monté sur axe et susceptible de s'ouvrir vers le sol, puis de se refermer ; deux

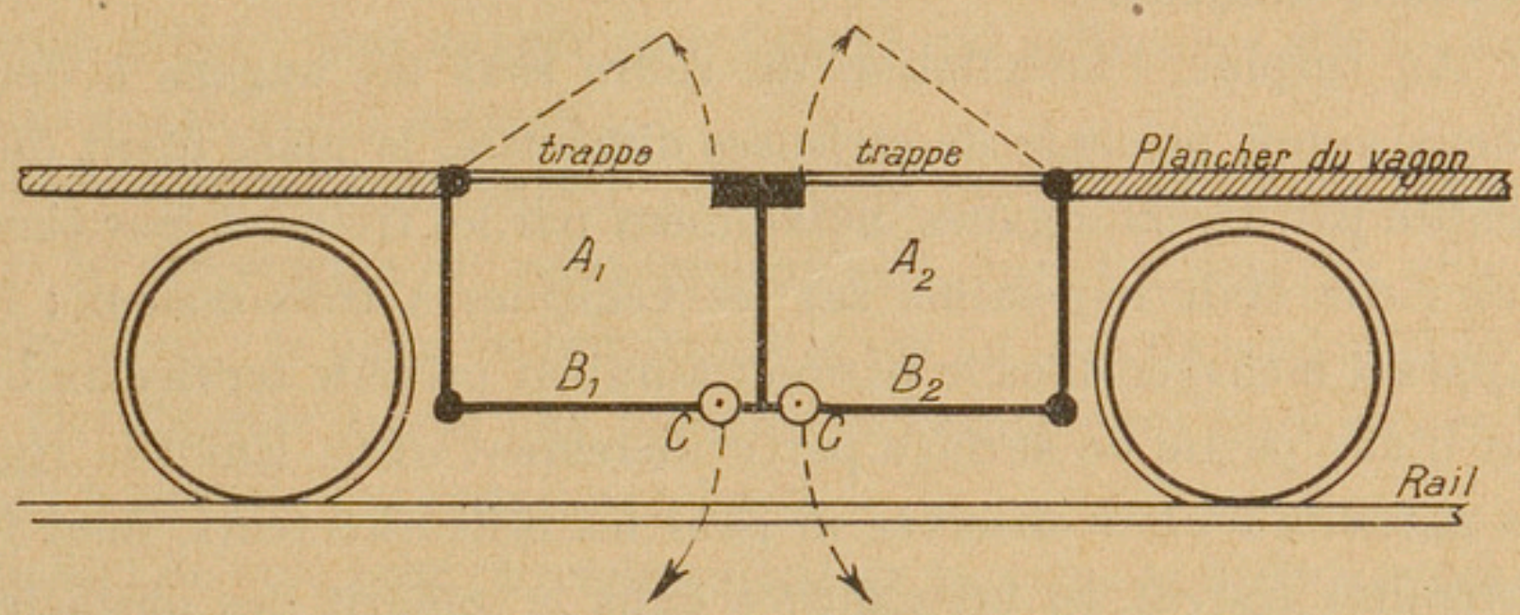


Fig. 6. — Système automatique Cacheleux (1876) : Principe.

galets extérieurs C fixés à l'extrémité de chaque panneau, vont en commander l'ouverture, puis la fermeture, au moment du passage du train au poste d'échange.

A ce poste, deux fosses, analogues aux fosses à feu des locomotives, sont établies entre les rails, à la suite l'une de l'autre. Sur les côtés de la première fosse rencontrée par le train, sont disposés deux rails convenablement courbés, avec lesquels les galets du panneau d'avant entreront en prise ; ce panneau, sur lequel l'agent ambulant aura préalablement placé le sac à laisser, s'abaissera, laissera glisser le sac dans la fosse, puis se refermera. Aussitôt après, les galets du panneau d'arrière entreront en prise avec un système analogue de rails, disposés sur les côtés de la seconde fosse, dans laquelle le sac à prendre aura été préalablement placé,

sur un support convenable ; le panneau s'abaissera, s'engagera sous le sac et, agissant sur lui en « coup de pelle », le lancera dans le compartiment, tout en se refermant lui-même.

Cet appareil ingénieux n'était cependant pas acceptable, car son fonctionnement n'aurait certainement pas donné les résultats que son inventeur en attendait. En effet, les galets, solidaires du wagon, subiraient, du fait même de la marche du train, d'incessantes variations de position et leur entrée en prise avec les rails directeurs fixés dans les fosses ne saurait être toujours assurée correctement. Les incidents qui ne manqueraient pas de se produire seraient très dommageables pour les correspondances ; ils pourraient n'être pas sans danger pour le wagon lui-même et le personnel ambulant.

Au surplus, l'installation du coffre sous les wagons à deux essieux aurait présenté de sérieuses difficultés, la place étant déjà occupée par divers organes, notamment par les freins et leur timonerie ; elle était impossible sur les véhicules à trois essieux ; les trappes à ménager dans le parquet auraient privé le service ambulant d'une partie de surface particulièrement utile. Enfin la règle des gabarits n'était observée ni pour les rails directeurs, dont les extrémités restent en permanence dans le gabarit des obstacles, ni pour les galets, qui sont toujours hors du gabarit de chargement ; il paraissait bien difficile de compléter efficacement l'appareil à cet égard.

Cette période se terminait donc sans avoir apporté une solution permettant tout au moins de supprimer le « lancé », que la vitesse croissante des trains rendait de plus en plus dangereuse et qui, dans les dernières années, se pratiquait chaque jour au passage de près de cent vingt stations.

Système de l'administration française (1882-1894). — Vers 1882, le Service technique de l'administration, qui avait dans ses attributions l'entretien et la construction du matériel roulant postal, fut chargé d'établir un projet d'appareil capable d'échanger, à toutes les vitesses, des dépêches d'au moins 30 kilogrammes pour le laisser et 15 kilogrammes pour la prise. Ce service proposa un

système mixte dans lequel le laisser était assuré par le procédé anglais (tel qu'il était alors, c'est-à-dire identique, à part des perfectionnements de détail, à celui dont la description a été donnée dans les *Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones* de février 1929) et la prise par un procédé en usage depuis longtemps dans le service postal américain. Les raisons de ce choix, raisons déterminantes à cette époque, étaient les suivantes :

Pour le laisser, l'appareil anglais n'exige, à l'intérieur du bureau ambulant, qu'une modification facile à réaliser, n'apportant dans le service aucune gêne sensible : le remplacement d'une portière ordinaire par une porte roulante ;

la manœuvre qui met le sac à laisser en position d'échange est simple, rapide, sans danger pour l'agent qui l'effectue ; elle n'exige de lui aucun effort excessif ;

il n'y a, à aucun moment, choc entre pièces métalliques ; d'ailleurs le décrochage est relativement aisé, car il a lieu dès que le contact entre la pièce de cuir fixant le sac au bras du wagon et le V du filet de voie a créé une pression suffisante pour faire lâcher la pince à ressorts qui termine ce bras ;

le filet de voie peut recevoir autant de sacs que le train comporte de bras en action ; une porte roulante peut être munie de deux bras utilisables simultanément ;

enfin le rappel du bras dans le gabarit de chargement est automatique ; il s'effectue dès que le sac est décroché.

Il faut toutefois remarquer que le sac à laisser doit avoir un poids minimum suffisant pour maintenir le bras horizontal : un sac trop léger peut entraîner un « raté » ou même quelque incident plus grave ; mais il avait semblé que cette éventualité pouvait n'être pas envisagée de la part d'aucun bureau pour lequel on aurait fait les frais d'une installation d'échange.

Pour la prise, il ne pouvait être question à cette époque, comme il le fut dans ces dernières années, d'associer au wagon-poste une allège communiquant avec lui et spécialement aménagée pour l'échange ; dès lors, l'installation du filet anglais devait être envisagée sur le wagon lui-même ; il en serait résulté, pour le service

ambulant proprement dit, une réduction de place absolument inacceptable ;

la manœuvre du filet, développement et repli, pour s'effectuer correctement et dans les conditions de célérité indispensables, exige son maintien constant en parfait état de fonctionnement ; ce soin

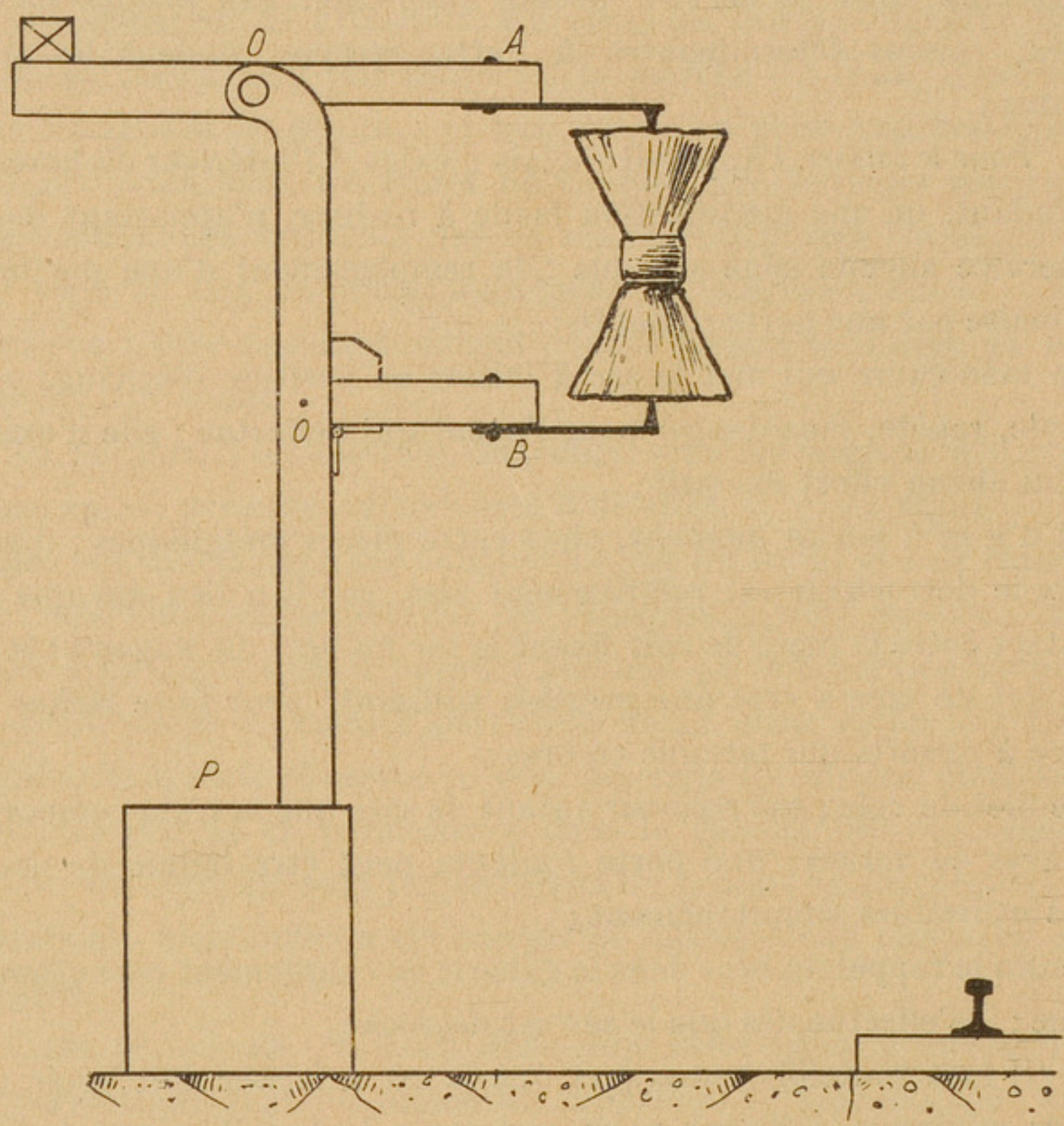


Fig. 7. — Système mixte français (1884) dit anglo-américain :
Prise :
Poteau de voie, en position de travail.

ne saurait incomber qu'à un personnel spécialisé, qui serait à créer ;

enfin, en cas de fausse manœuvre, développement prématuré ou repli tardif, l'importance du cadre métallique fixé à la membrure du wagon pouvait entraîner des accidents graves, en raison du mode de construction des wagons à cette époque, où la caisse, distincte du châssis, y était fixée par des boulons, qu'un choc brusque

suffisait parfois à cisailler ; des consolidations onéreuses eussent été indispensables ;

au surplus, la puissance de prise du filet anglais dépassait de beaucoup celle qui était demandée.

Le procédé de prise américain, l'*attrappe-sac* (Mail pouch catcher), était beaucoup plus simple, immédiatement adaptable aux wagons existants, ne prenait aucune place dans le bureau ambulant et fournissait une solution très suffisante du problème. Il était appliqué de la manière suivante.

A la station, un poteau de bois (fig. 7), planté à la limite du gabarit des obstacles, porte deux bras articulés, OA et OB, mobiles dans le plan vertical perpendiculaire à la voie. A l'état de repos, ces deux bras sont maintenus verticaux et par suite hors du gabarit, l'un OA sous l'action d'un contrepoids, l'autre OB par son propre poids. En position d'échange, ils prennent la position horizontale, sans pouvoir la dépasser. Le sac est du genre dit sac-besace, en forte toile, avec deux fonds circulaires en cuir, munis, chacun en son centre, d'un anneau d'attache ; une fente ménagée vers le milieu du sac permet de le remplir et de le vider. Le sac étant rempli et fermé, sa partie médiane est fortement serrée par plusieurs tours d'une large lanière de cuir, ce qui lui donne la forme figurée ; il est alors accroché, par ses anneaux, aux deux ressorts qui terminent les bras, et les maintient horizontaux ; lui-même prend ainsi et garde une position bien déterminée, à une certaine hauteur au dessus du rail.

Sur le wagon (fig. 8), une barre de fer cylindrique A, fixée horizontalement en travers de la porte roulante, à cette même hauteur, sert d'axe à un bras d'acier BCDE, qu'une manette F permet de manœuvrer. En position de travail, ce bras est horizontal ; sa partie rectiligne BC fait avec l'axe un angle de 25° environ ; mais, au voisinage de cet axe, une courbure particulière CDE du bras ménage, entre lui et l'axe, le logement du sac que la partie rectiligne B va décrocher (1).

1. Un guide *ab*, fixé sur l'axe, fut ajouté ultérieurement pour compléter ce dispositif ; on verra plus loin que l'appareil actuel américain ne le comporte pas.

Au repos, le bras est relevé au dessus de l'axe, dans le plan de la porte, et par conséquent dans le gabarit de chargement ; il y est

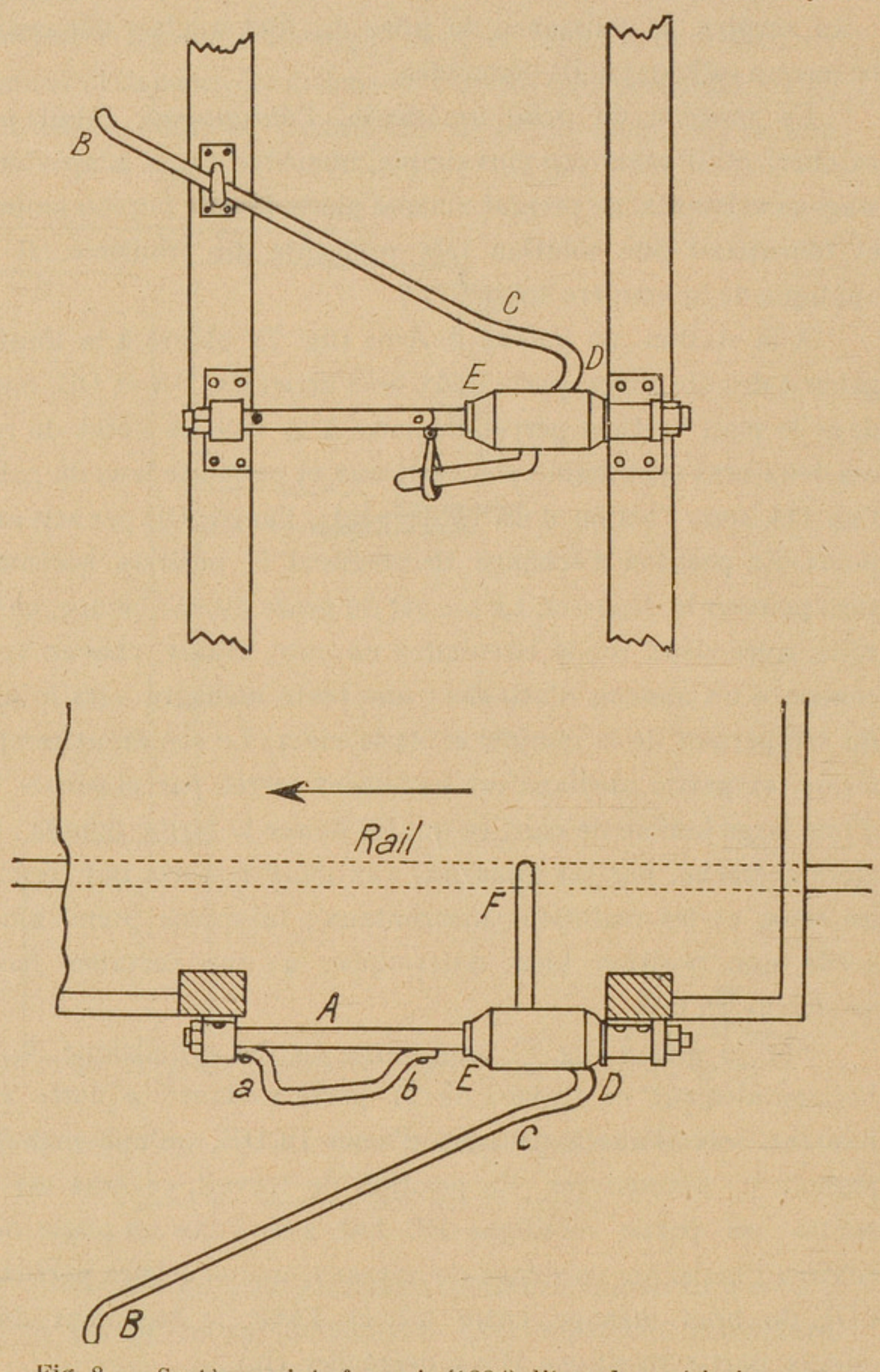


Fig. 8. — Système mixte français (1884) dit anglo américain :
Prise :
Equipement du bureau ambulant.

En haut : Elévation (position de repos) ;
En bas : Plan (position de travail).

maintenu par un verrou à ressort, qu'une chaînette avec cadenas complète pendant les périodes de repos du wagon ; dans cette position, il ne gêne ni les mouvements de personnel, ni les échanges en gare, qui n'ont pour se faire que cette porte, la seule que possède le wagon-poste de ce côté.

La manœuvre est alors la suivante : au moment voulu, l'agent ambulant prend en main la manette ; puis, ayant, de l'autre main, dégagé le verrou, il abaisse le bras de prise dans le plan horizontal ; au croisement du poste de voie, l'extrémité B du bras passe derrière le sac, à hauteur de la partie médiane protégée par la lanière de cuir ; le sac est décroché ; maintenu par la vitesse et aussi par sa forme en contact avec le bras, il le suit et vient se loger dans la courbe CDE ; d'un mouvement brusque de la manette, l'opérateur fait rentrer le bras dans le plan de la porte et dans le gabarit de chargement ; déjà les deux bras du poteau de voie sont retombés dans la verticale et ont libéré le gabarit des obstacles.

Ce système mixte anglo-américain se complétait par un dispositif destiné à indiquer au personnel ambulant le point exact où les appareils devraient être mis en action ; ceci paraissait alors indispensable, car, en raison du retard possible du train, l'observation du chronomètre du bureau ne pouvait pas être suffisante : deux brosses métalliques isolées, placées l'une près de l'autre sous le wagon, font partie d'un circuit intérieur comprenant un électro-aimant Hughes, une pile, une sonnerie ; à l'endroit voulu, sur la voie, est placé un crocodile [1], pièce de bois isolée du sol et dont la face supérieure est recouverte d'une feuille métallique ; le passage simultané des deux brosses sur cette feuille métallique provoque le déclanchement de l'électro-aimant et la sonnerie fonctionne ; accessoirement, ces deux mêmes brosses pouvaient, à 2 kilomètres avant la gare, donner au préposé du poste de voie un signal lui annonçant l'approche du train.

Un wagon équipé et un poste d'échange installé aux

1. Employé depuis longtemps, dans un but analogue, par des compagnies de chemins de fer.

ateliers du matériel roulant à Paris furent soumis, en 1884, à l'examen d'une commission composée de représentants du ministère des Travaux publics et des compagnies de chemin de fer. Très justement préoccupée des accidents que pouvaient faire craindre certains organes mobiles du mécanisme pendant qu'ils seraient hors de leur gabarit normal, cette commission précisait tout d'abord la situation à cet égard :

Les appareils de voie ne pénètrent jamais dans le gabarit de chargement, ce qui est indispensable pour que les wagons précédant le wagon poste dans son propre train ne risquent pas d'être touchés par eux.

Les appareils du train sortent de ce gabarit de chargement ; pour qu'ils en sortent le moins possible on a avancé les appareils de voie à la limite extrême du gabarit des obstacles ; lorsqu'ils sont tendus pour l'échange, ceux-ci pénètrent donc dans l'espace neutre que doivent réglementairement laisser libre les obstacles de la voie.

Puis elle ajoutait :

De là des inconvénients à prévoir, même en cas de fonctionnement parfait, et des dangers graves possibles si quelques difficultés viennent à se produire dans le fonctionnement de l'appareil.

En particulier, le sac à prendre peut atteindre les mécaniciens, chauffeurs et conducteurs quand ils se penchent en dehors pour examiner le train ou la voie.

Le sac à laisser peut atteindre les agents circulant sur la voie, qui doivent se garer plus loin que d'ordinaire en raison de la saillie extra-réglementaire.

Si le poste d'échange était installé en avant (par rapport à la marche du train) d'une gare et que la potence du laisser ne se fût pas relevée avant d'atteindre le quai, des accidents très graves seraient possibles.

La commission indiquait donc comme indispensable :

de placer le poste en avant de la gare et à une distance suffisante, la mise en action des appareils ne devant s'opérer qu'après la gare ;

de signaler ces postes, de jour et de nuit, d'une manière très apparente ;

de délimiter, par des poteaux que relierait une lisse basse, facile à enjamber, l'espace dans lequel les agents de la voie pourraient être atteints.

Avec ces précautions la commission croyait possible d'éviter les accidents ; l'exemple des offices étrangers où des appareils de ce genre sont en service depuis nombre d'années est, disait-elle, un encouragement ; on ne peut cependant le considérer comme décisif, à raison des différences que présentent les conditions d'exploitation, le tempérament du public et des agents. Elle concluait que l'appareil étudié par l'administration des Postes et Télégraphes

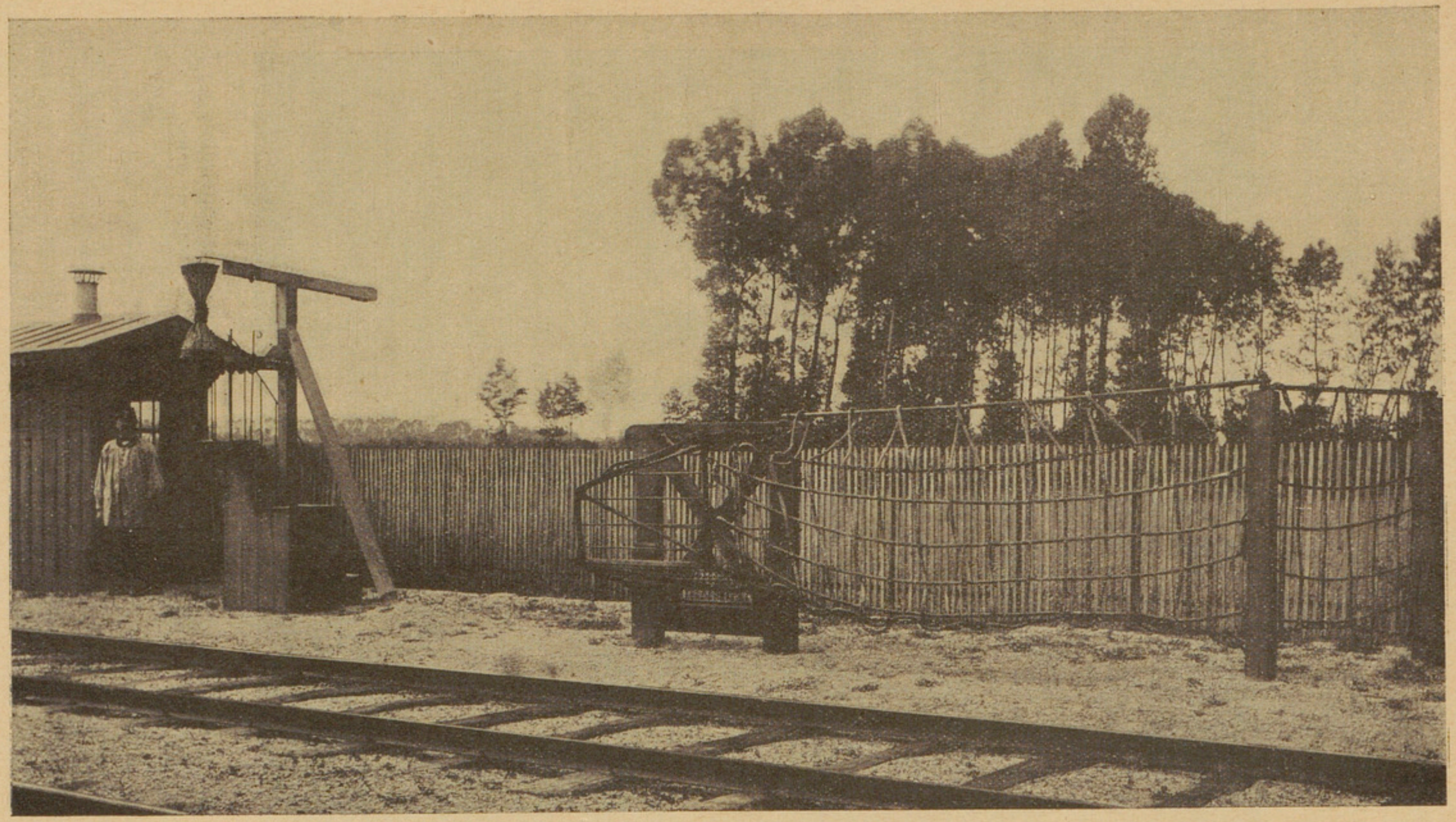


Fig. 9. — Système mixte français (1884) dit anglo-américain :
Poste de voie de Pont-sur-Seine.

paraissait admissible sur les lignes françaises à la condition expresse qu'une période d'expérience assez longue et sur une échelle suffi-

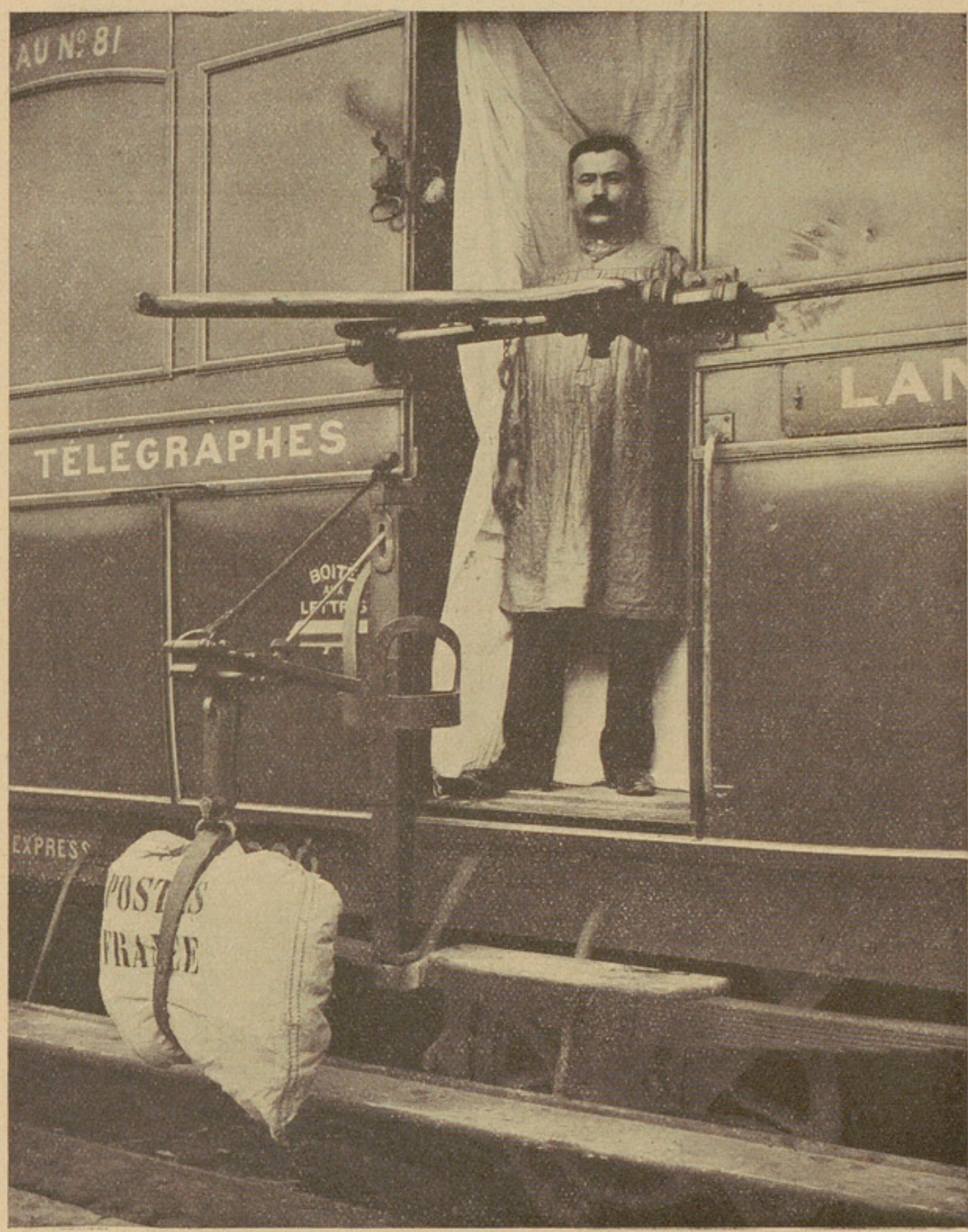


Fig. 10. — Système mixte français (1884) dit anglo-américain : L'ambulant Paris-Langres arrive au poste de Pont-sur-Seine.

sante permît de bien préciser, d'accord avec chaque compagnie, le détail des mesures définitives de protection.

Ce système anglo-américain (fig. 9 et 10) fut alors essayé :

à la station de Pont-sur-Seine (réseau de l'Est), où il fonctionna régulièrement pendant cinq ans ; il fut abandonné à la suite d'un incident sans gravité causé par un développement prématuré ;

puis à la station d'Uchizy (réseau P.L.M.), d'où il fut enlevé au bout d'un an sur la demande de la compagnie, à qui cet essai imposait une manœuvre supplémentaire pour la formation du train ;

en dernier lieu, en 1894, à la station de Meung-sur-Loire (réseau d'Orléans), mais pour le laisser seulement ; ce laisser était la plupart du temps d'un poids insuffisant pour maintenir horizontal le bras de livraison, ce qui enleva, dès le début, toute signification à cet essai.

Les six années de service régulier à Pont-sur-Seine et Uchizy auraient justifié l'étude, puis la réalisation du large programme d'expériences que la commission de 1884 avait recommandées. Cependant il n'en fut rien et cela s'explique.

En effet, lorsque le train-poste ne remet pas directement le courrier d'un bureau à sa gare même, il le lui apporte néanmoins jusqu'à un de ses points d'arrêt voisins ; là, usant du droit, que lui donne le cahier des charges des compagnies, d'utiliser tous leurs trains, le service des postes reprend ce courrier et le fait parvenir à destination par le plus favorable des trains descendant ou montant, qui, dans l'organisation ferroviaire française, complètent les trains à arrêts espacés et desservent les localités intermédiaires. Le même processus, en sens inverse, assure la liaison, avec le train-poste, des bureaux non desservis directement, pour l'acheminement de leurs propres envois. Or, au cours des dernières années précédentes, des modifications heureuses dans le nombre et la marche de ces trains avaient permis d'améliorer notablement la situation de beaucoup de bureaux au point de vue de la réception et de l'expédition de leur courrier, de telle sorte que vers 1893 il n'y en avait plus qu'un très petit nombre auxquels une liaison directe, par échange sans arrêt, aurait procuré un avantage postal réel, c'est-à-dire aurait permis, grâce à un gain de temps utilisable, d'apporter à leur service des améliorations vraiment indispensables. En même temps, le nombre des « lancé » avait pu être réduit. Dès lors, les dépenses à prévoir

pour une généralisation ultérieure apparurent comme hors de proportion avec les résultats à en attendre ; le problème de l'échange sans arrêt, en tant que moyen de faire profiter directement des trains-poste certaines localités secondaires, devenait sans intérêt.

La situation n'a pas été changée depuis, et il ne semble pas qu'elle doive l'être de longtemps, car si les trains qui aujourd'hui complètent les trains-poste venaient à disparaître, le service postal trouverait à utiliser, sans doute avec avantages, soit les automotrices sur rail, soit les automobiles sur route qui les remplaceraient.

Reprise de la question dans un but tout différent (1912). — Cependant, une dizaine d'années plus tard, vers 1912, s'ouvrait une nouvelle période d'activité particulière. Le désir d'améliorer, au profit des régions extrêmes, la marche des trains-poste de long parcours, en la déchargeant de certains arrêts, rappelait l'attention sur le problème de l'échange.

La question se présentait alors dans des conditions bien différentes des précédentes. Destiné, non plus à desservir comme jadis des localités secondaires, mais à remplacer des arrêts conservés jusque là dans les trains-poste et par conséquent d'une certaine importance, le système à choisir devait avoir une puissance d'échange supérieure à celle qu'on avait envisagée antérieurement.

Le matériel roulant postal avait été considérablement amélioré depuis quelques années : des wagons-poste de 14 mètres à essieux parallèles d'abord, puis des wagons à boggies de 18 mètres avaient été mis à la disposition du service ambulant pour la constitution de ses grands trains. Les craintes qui n'avaient pas permis, en 1884, de proposer l'adaptation du filet de prise anglais à des wagons relativement légers, dont la longueur maximum était de $7^{m},20$, n'existaient plus. L'intercommunication entre wagon-poste et allège, dans un même train, se présentait comme facilement réalisable, d'où résultait la possibilité d'installer un appareil d'échange dans une allège spécialement aménagée.

Enfin, en 1912, une mission d'étude sur l'outillage postal à

l'étranger avait recueilli en Angleterre des précisions intéressantes sur l'organisation de l'échange sans arrêt dans les services de l'office britannique et établi la comparaison suivante entre la malle anglaise d'Ecosse et le train-poste français P.L.M. n° 11 Paris—Marseille.

Pour effectuer le parcours total de Londres à Aberdeen (825 kilomètres), le train-poste anglais du Nord met 11^h 5, avec neuf arrêts dont le plus long n'excède pas 14 minutes ; par suite, sa vitesse commerciale atteint près de 75 kilomètres à l'heure. Ce train est exclusivement composé de douze wagons-poste de 17^m,37 à intercommunication, sur boggies ; il réalise, sur les sections qu'il parcourt, la plus grande vitesse obtenue par la compagnie du Nord-Western dans la marche de ses convois.

Quant au train-poste n° 11, il met 12^h 30 pour franchir la distance Paris—Marseille (862 kilomètres) ; sa vitesse commerciale ressort donc à 69 kilomètres à l'heure ; il a treize arrêts, dont un de 37 minutes à Lyon, où s'opère le changement des brigades et un transbordement important de dépêches, nécessité en partie par le fait que les wagons-poste partis de Paris ne vont pas au delà de Lyon. Il est à noter qu'à Carlisle, où s'effectue la coupure du service ambulant anglais, l'arrêt est seulement de 6 minutes.

Bien que le train-poste anglais n'ait qu'un petit nombre d'arrêts, il n'en dessert pas moins de nombreuses stations où il peut livrer et recevoir des dépêches, sans arrêt, au moyen du dispositif mécanique d'échange dont sont pourvus les wagons-poste et les stations ; le nombre des stations desservies par l'appareil est de cinquante-cinq sur le parcours Londres—Aberdeen. Le service ambulant anglais use très largement de ce système, dont il paraît être complètement satisfait.

En France, on a tenté jadis quelques essais d'un dispositif analogue ; mais on a renoncé à s'en servir, sans doute parce qu'on appréhendait des accidents. Il n'est pas douteux cependant que ce serait une solution avantageuse dans nombre de cas où l'on alourdit la marche du train en lui imposant des arrêts pour livrer et recevoir quelques dépêches. Une des causes, et non la moindre, de l'infériorité de la vitesse commerciale du train 11 tient à la longueur

des arrêts qu'il doit subir en cours de route. Ces arrêts, au nombre de treize, comportent une durée totale de 1h 51, tandis que les neuf arrêts de la malle anglaise du Nord ne dépassent pas 53 minutes. Si l'on ajoute à la durée des arrêts en gare le temps perdu pour ralentir et reprendre la vitesse, on aboutit à cette conclusion que la vitesse de marche du train 11 est au moins égale, sinon supérieure, à celle de la malle anglaise. Il en résulte que, si l'on veut améliorer la marche du train-poste de la ligne de Bourgogne, il faut envisager la diminution des sujétions qui lui sont imposées plutôt qu'une accélération de sa marche.

Les wagons-poste composant le train anglais du Nord sont tous à intercommunication et leur ensemble forme un seul service, dont chaque véhicule est aménagé en vue des opérations qu'il doit effectuer ; l'un d'eux est spécialement affecté à l'échange sans arrêt.

Cet ensemble de circonstances désignait l'appareil anglais comme la solution la plus rationnelle du problème, la capacité de prise du système mixte anglo-américain de 1884 ne répondant plus aux besoins alors envisagés.

Système de la Hupp automatic mail exchange cy. — Mais une proposition nouvelle, particulièrement séduisante, retarda quelque peu la décision. Elle émanait de la Hupp automatic mail Exchange cy de Washington et se rapportait à un système automatique au sens absolu, c'est-à-dire effectuant la double opération de « prise » et de « laisser » sans aucune intervention manuelle du personnel ambulant.

Cet appareil utilise un fourgon à deux portes, l'une à l'avant pour la « prise », l'autre à l'arrière pour le « laisser » (fig. 11).

L'automatisme mis à part, le procédé de prise Hupp évoque tout d'abord dans l'esprit le procédé américain ; il en diffère cependant sur le point essentiel. Dans le procédé américain, ainsi qu'il a été dit plus haut, le sac, de forme spéciale, frappé en son milieu par l'extrémité du bras de prise, vient se loger près du montant de la porte roulante dans la courbe qui termine ce bras. Cette courbe ne peut recevoir qu'un sac à la fois ; quelques secondes sont indis-

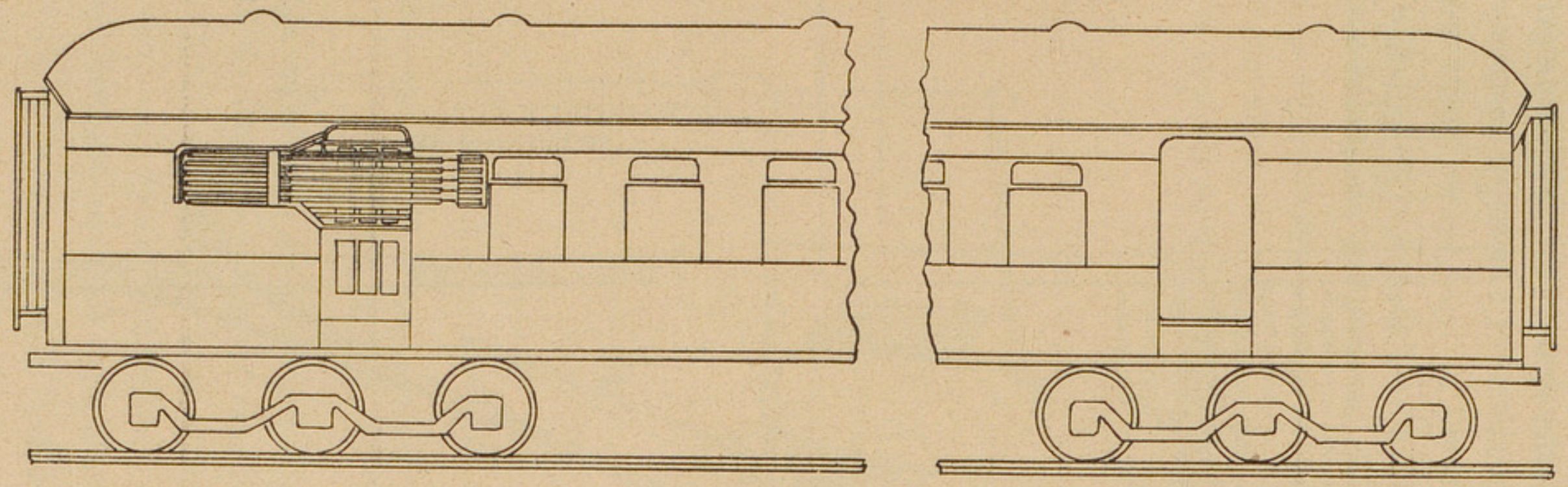


Fig. 11. — Système de la Hupp automatic mail exchange Cy :
Fourgon spécial à deux boggies de trois essieux.

pensables pour enlever ce sac et le jeter dans l'intérieur du wagon. On pourrait bien, en théorie, réitérer l'opération de prise avec une

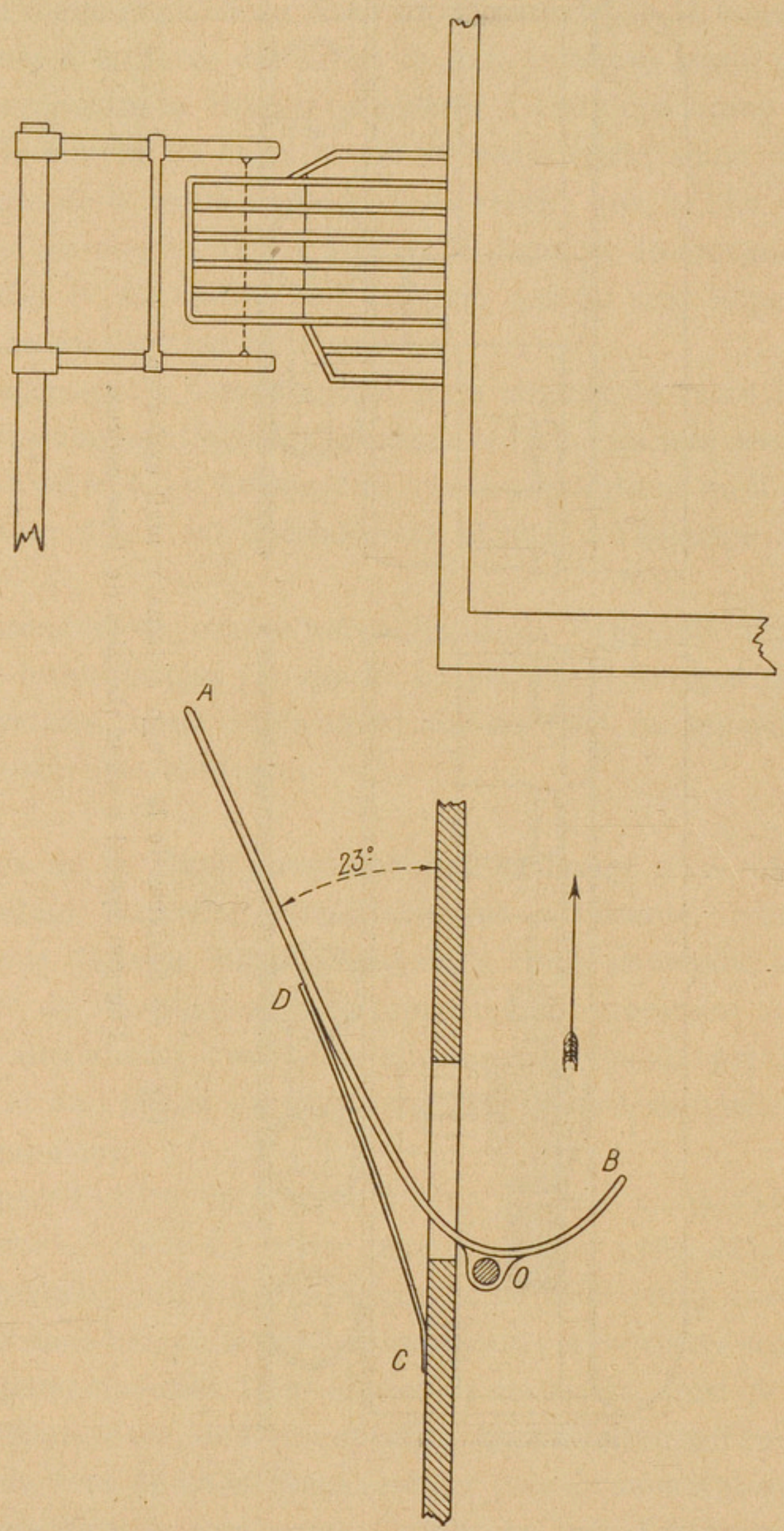


Fig. 12. — Système de la Hupp automatic mail exchange Cy : Schéma du dispositif de prise.

deuxième potence, mais à la condition qu'elle fût à une distance de la première au moins égale au chemin parcouru par le train pendant ces quelques secondes ; l'écartement nécessaire de deux potences consécutives serait ainsi de l'ordre de 400 mètres ; c'est-à-dire que l'installation et l'exploitation d'un poste ayant plus d'une potence présenteraient, en général, de très sérieuses difficultés ; au surplus, la manœuvre ne serait peut-être pas sans danger pour l'opérateur ambulant.

Dans le système Hupp, l'organe de prise, le berceau (fig. 12),

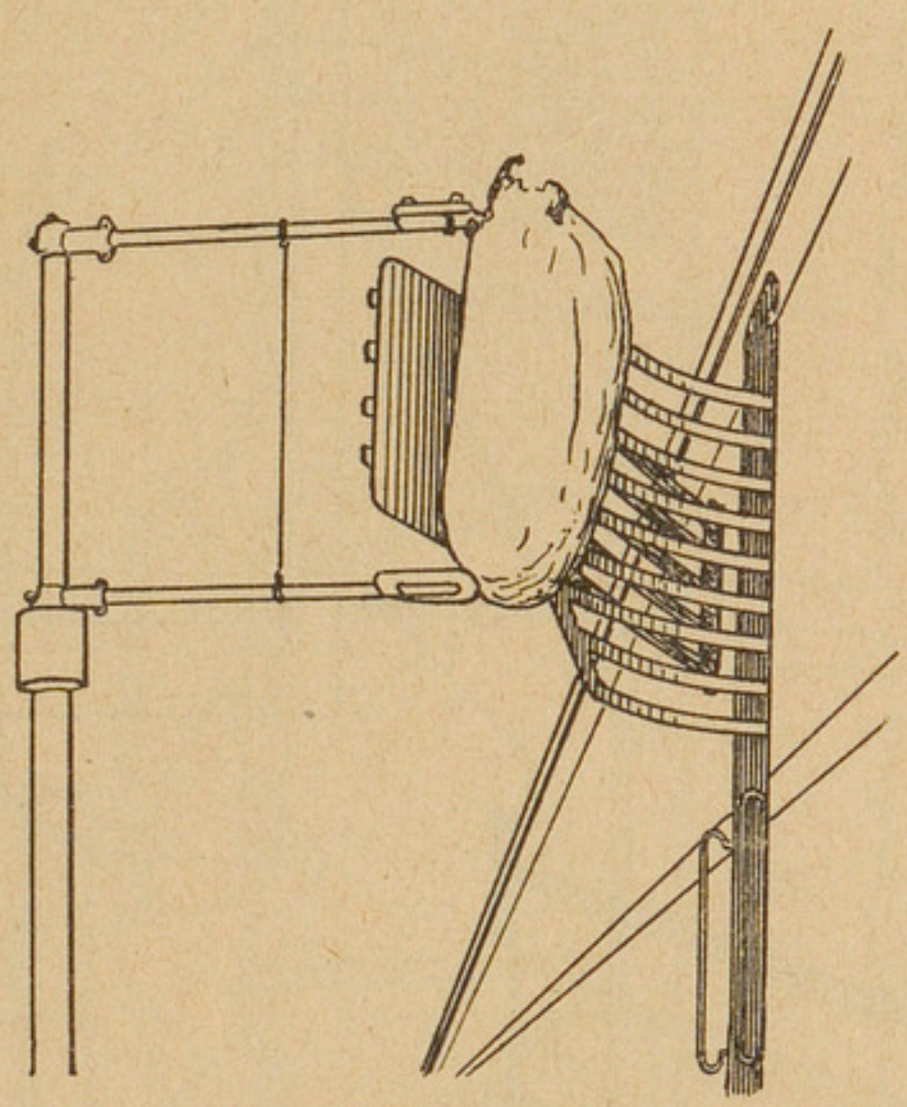


Fig. 13. — Système de la Hupp automatic mail exchange Cy : Prise du sac par le berceau.

est une grille métallique dont la surface extérieure, verticale, fait, avec le côté du fourgon, un angle de 23° environ ; cette grille se prolonge à l'intérieur, au delà de la porte devant laquelle elle est placée. Le sac, sans forme particulière, est accroché, non tendu, plutôt un peu flottant, entre les deux bras parallèles d'une potence. Au moment de l'échange (fig. 13), il se produit une large application du sac sur la partie extrême du berceau [1] ; le sac, accroché à

1. La partie extrême est recouverte du côté qui frappe le sac, par une feuille métallique mince, représentée seulement sur la figure 13.

la potence, est alors précipité dans l'intérieur du fourgon. Ici, un nombre pratiquement quelconque de potences très voisines peuvent être desservies par un même train.

Le berceau est constitué, dans sa partie centrale, par un ensem-

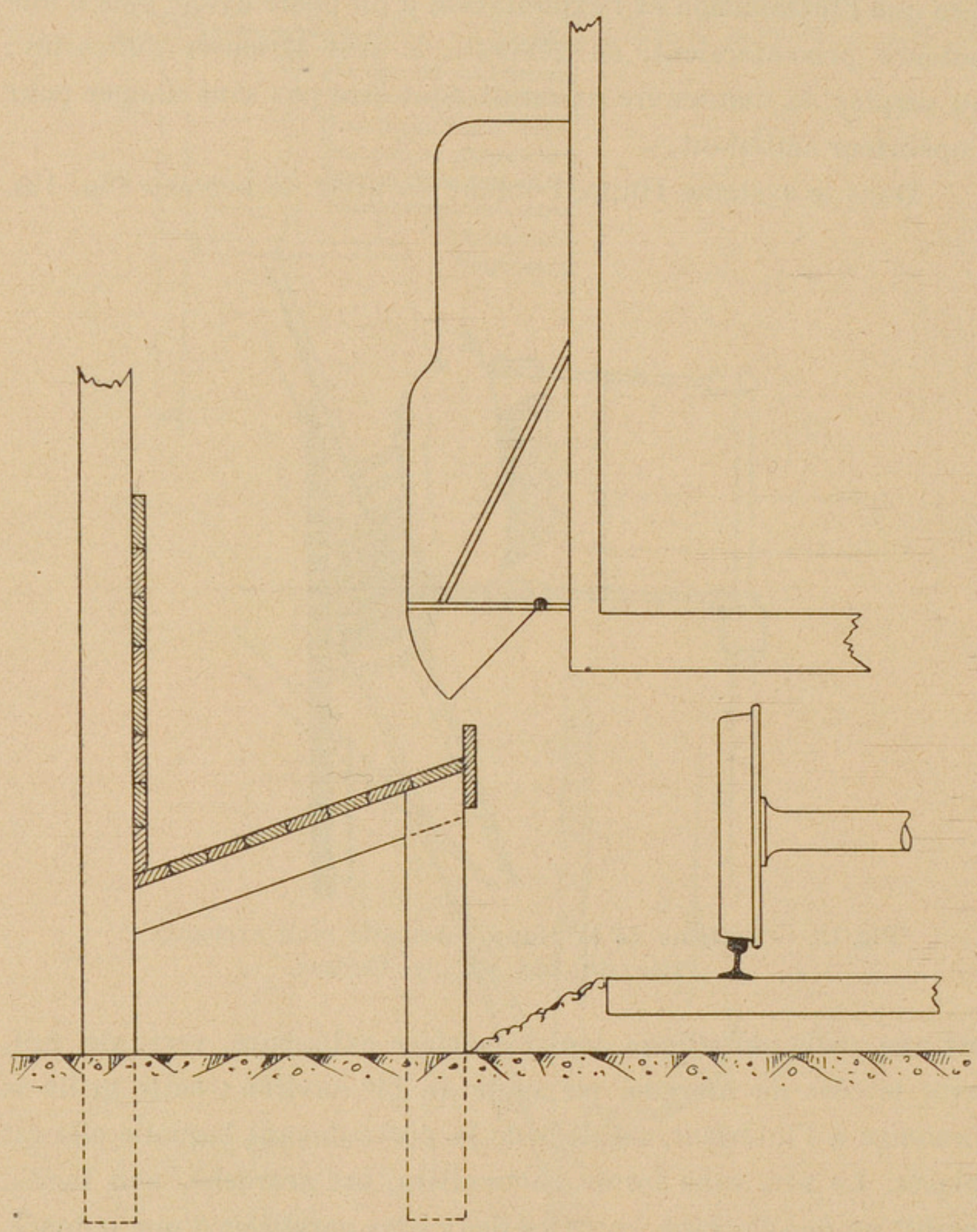


Fig. 14. — Système de la Hupp automatic mail exchange Cy : Schéma du dispositif de laisser.

ble de bras parallèles AOB (fig. 12), montés, à quelques centimètres l'un de l'autre, sur un axe vertical O placé à l'intérieur du fourgon,

près du montant arrière de la porte ; les parties de cet ensemble, convenablement complété de part et d'autre, sont assemblées de manière à offrir aux sacs une surface de glissement parfaitement lisse. Les bras principaux sont renforcés contre les chocs de prise

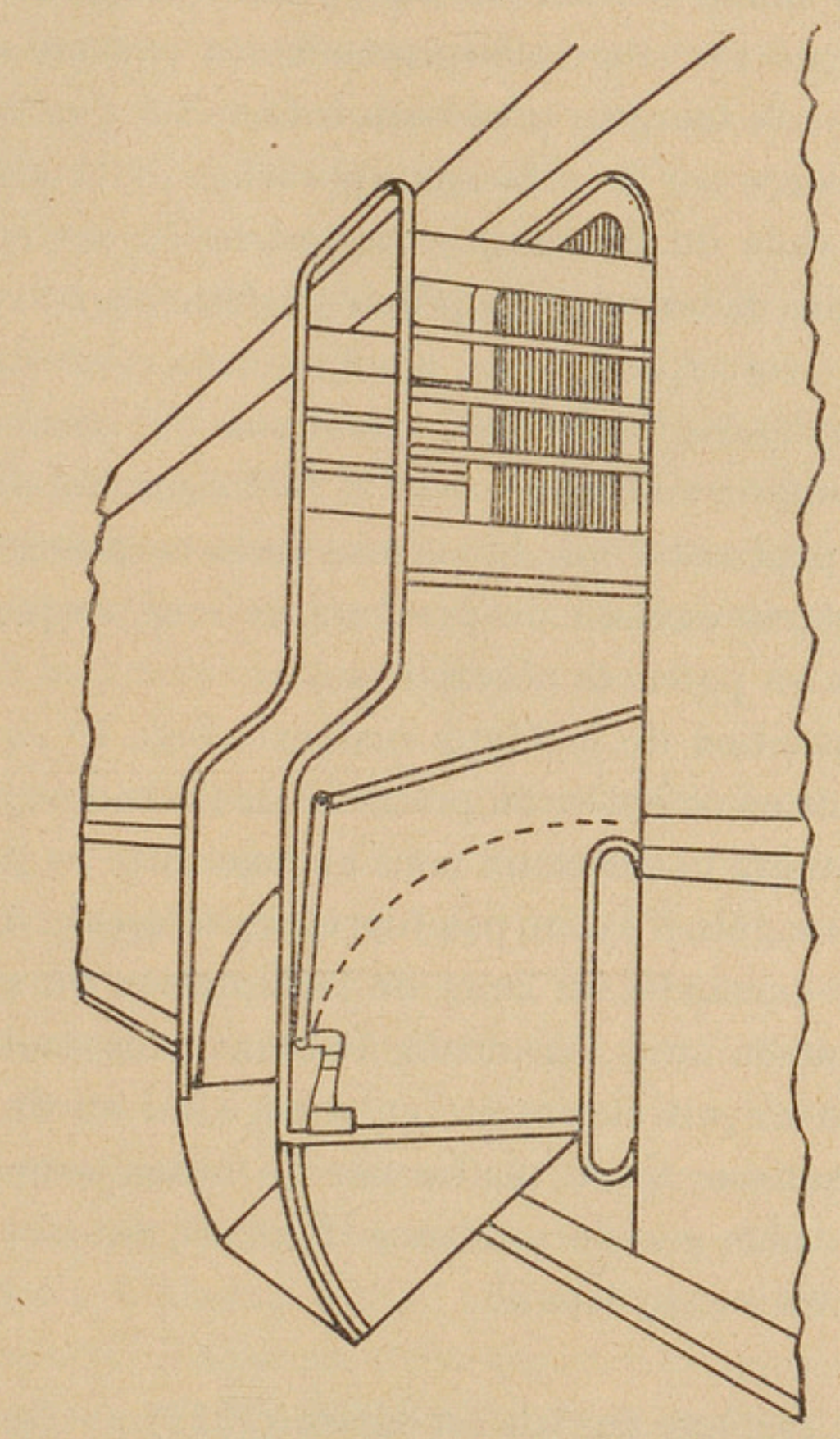


Fig. 15. — Système de la Hupp automatic exchange Cy :
Déversement des sacs dans l'auge de la station.

par des contre-fiches CD qui s'appuient sur la paroi du véhicule. Dans la position de repos, tout l'ensemble est exactement appliqué contre la paroi extérieure du fourgon (fig. 11).

Le laisser s'effectue de la manière suivante : dans le fourgon, devant la porte d'arrière, est disposé un coffre, à fond mobile, dans

lequel on place les sacs. Au moment voulu, ce coffre se déplace latéralement et vient faire saillie en dehors de la porte ; puis son fond en s'abaissant, forme plan incliné et déverse le chargement de sacs dans une longue auge établie le long de la voie (fig. 14 et 15).

L'appareil Hupp est automatique ; tous les mouvements du cycle complet de l'échange sont commandés par un mécanisme qui, installé sous le fourgon, prend son énergie sur l'un des essieux. Une pédale, placée sur la voie aux approches de la station, provoque l'embrayage du mécanisme et de l'essieu moteur. Dès ce moment, et à des distances de la pédale parfaitement fixes puisque chacune d'elles correspond à un nombre déterminé de tours de roues, s'accomplissent toutes les opérations qui viennent d'être indiquées, y compris l'ouverture puis la fermeture des deux portes roulantes. On peut noter que le berceau reste en position de prise pendant 54 mètres environ de parcours, le long duquel on peut disposer toutes les potences nécessaires.

Cette proposition de la Hupp mail exchange Cy, qui s'offrait comme une solution complète du problème de l'échange, ne manqua pas de retenir toute l'attention ; mais aucune suite ne put lui être donnée, la compagnie n'ayant pas fourni les éléments d'étude qui lui avaient été demandés au sujet de l'adaptation du système au matériel roulant français, éléments d'autant plus indispensables que ce système n'avait encore été en service sur aucun réseau et que son automatisme total, réalisé par un mécanisme complexe, commandait la plus grande prudence. L'affaire fut donc mise en attente ; elle y est restée depuis.

L'essai du système anglais est décidé (1913). — On en revint donc à l'appareil anglais et, en 1913, quelques délégués des services intéressés à la question furent envoyés sur place, pour se rendre compte par eux-mêmes de son fonctionnement dans les trains de l'office britannique. Leur rapport confirmait les renseignements antérieurs et les complétaient en signalant notamment (point très important) que, si l'office britannique est satisfait de son système, c'est que tout un personnel technique est chargé de veiller à l'entretien des appareils et que la manœuvre n'en est confiée qu'à des

agents spécialisés qui ne travaillent en cours de route qu'après un stage professionnel de plusieurs mois ; c'était dire qu'un essai n'aurait aucune utilité si la constitution d'un personnel analogue n'était pas, auparavant, parfaitement décidée.

Sous cette réserve, le rapport concluait à l'essai de l'appareil anglais, dont la puissance d'échange était alors estimée à

13 kilogrammes par poche prise aux colonnes de quai, dont le nombre peut, pratiquement, être quelconque ;

18 kilogrammes par poche de livraison, soit

72 kilogrammes pour les quatre bras de livraison dont le wagon-poste est normalement armé.

En juin 1914, cet essai était décidé ; il devait avoir lieu à la station de Blaisy-bas (P.L.M.). Trois allèges de 11 mètres seraient aménagées et, chaque soir, l'une d'elles serait incorporée au train-poste Paris—Marseille. Les études d'installation venaient de commencer quand la guerre survint.

Projet d'essai comparatif du système américain et du système anglais (1919). — Le projet de 1914 fut repris en 1919 et considérablement élargi : on envisageait de faire porter l'essai non plus seulement sur le système anglais, mais aussi sur le système américain ; d'après des renseignements rapportés par une mission d'études envoyée aux Etats-Unis pendant la guerre, ce système, en usage depuis de longues années, continuait à donner toute satisfaction. Après quelques essais préliminaires, deux lignes seraient aménagées, dont une affectée à chacun d'eux, afin d'y poursuivre en service une expérience assez longue pour être décisive et permettre de faire un choix complètement éclairé entre les deux systèmes.

A cette époque, dans le système américain, l'attrape-sac (Mail pouch catcher) dont il a été question à propos du dispositif français de 1884, perfectionné sur des points de détail, mais identique dans son principe, permettait d'assurer, à chaque station, une prise et une seule, de 20 kilogrammes. Le laisser était pratiquement illimité, parce qu'il n'employait aucun mécanisme ; c'était le simple « lancé », amélioré toutefois en ce qu'il avait lieu au passage du wagon-poste devant une bande de terrain, d'une quinzaine

de mètres de long, spécialement aménagé pour amortir les chocs, et séparé de la voie par une palissade empêchant les sacs de revenir sous le train. Il est à remarquer que, si l'office américain s'en tenait encore à ces mêmes moyens simples, c'était, disait-il, parce que, jusque là, il n'avait rien trouvé qui lui parût préférable dans les propositions qui lui avaient été faites et qu'à plusieurs reprises il s'était efforcé de provoquer.

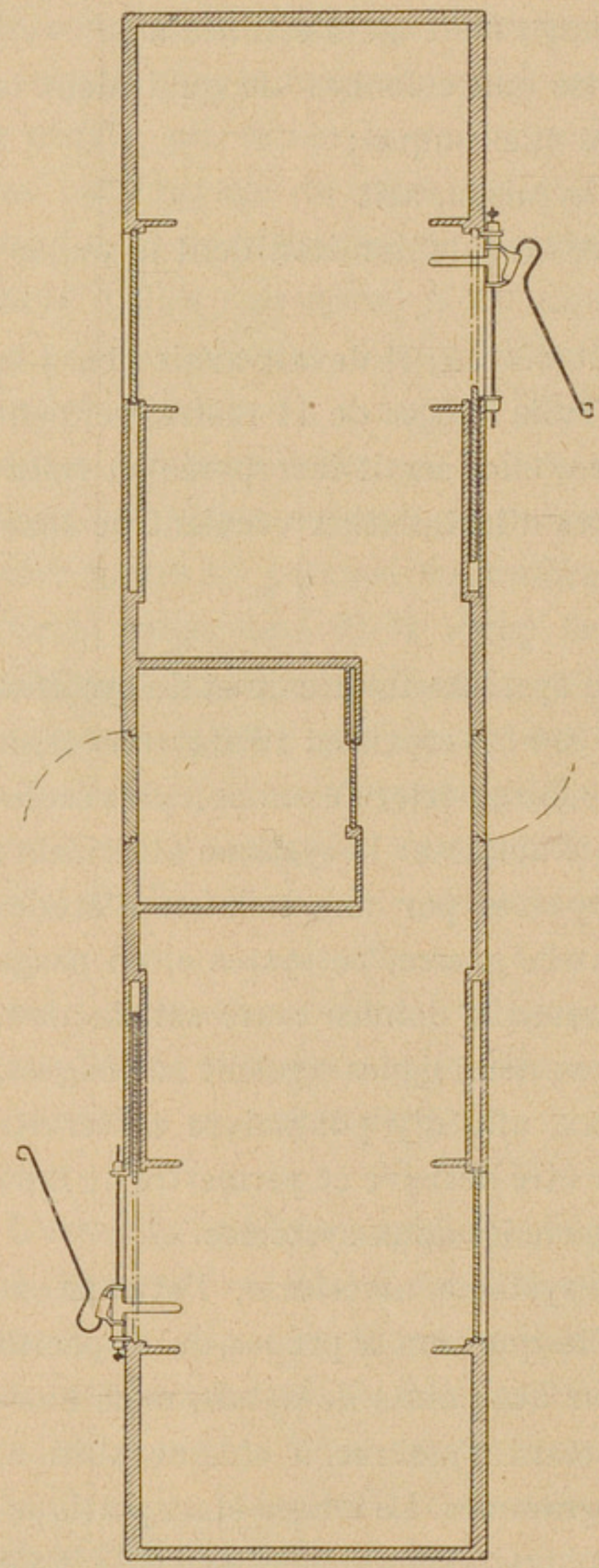


Fig. 16. — Système américain : Plan d'une allège P. L. M. à trois essieux, aménagée en vue des essais de 1919.

Il fut décidé que les essais préliminaires porteraient tout d'abord sur le système américain, vraisemblablement parce qu'il offrait sur le système anglais l'avantage d'être infiniment plus simple et, par suite, beaucoup moins coûteux à tous égards ; cette considération d'économie et sa grande supériorité dans le « laisser » compensaient, au moins en partie, son infériorité dans la « prise ». Quoiqu'il en soit, sur une allège de 11 mètres, deux des quatre portes (fig. 16 et 17) furent munies du bras de prise américain, de manière à pouvoir fonctionner dans les deux sens de marche des trains sans avoir à être retournées aux points terminus de leurs parcours.

Deux postes de voie étaient installés à la station

Fig. 17. — Système américain :
Allège P.L.M. à trois essieux aménagée en vue des essais de 1919.

de Mer (réseau P.O.), l'un sur la voie paire, l'autre sur la voie

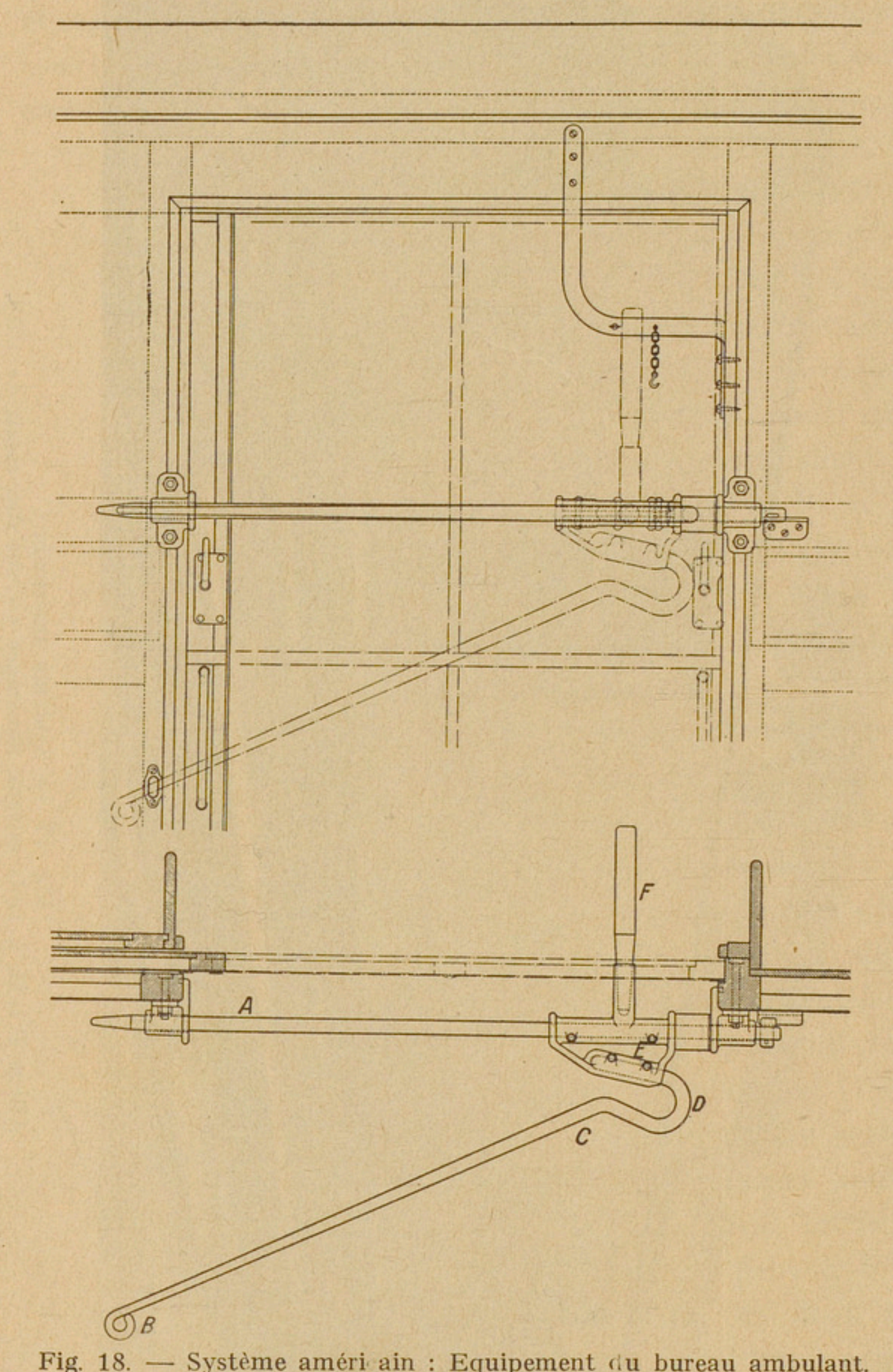


Fig. 18. — Système américain : Equipement du bureau ambulant.
En haut : Elévation (position de repos) ;
En bas : Plan (position de travail).

impaire, chacun à 300 mètres en aval du quai par rapport au sens de marche des trains à desservir.

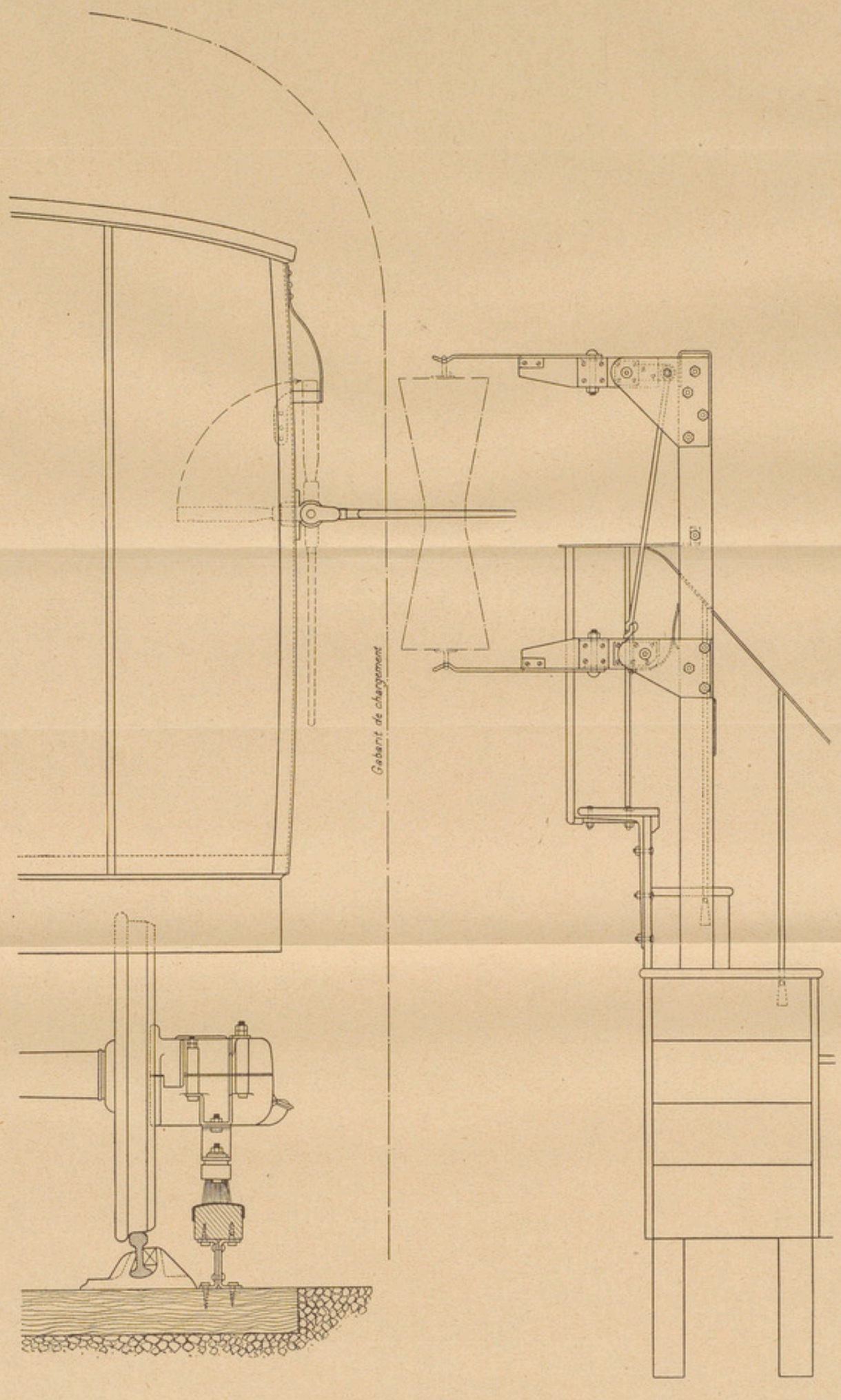


Fig. 19. — Système américain : Poste de voie et bureau ambulant.
(position de travail).

La figure 18 représente le bras de prise de l'allège en position de repos et en position de travail ; la figure 19 montre l'ensemble de l'allège et du poste de voie au moment où va se produire le croisement et la prise du sac. On remarquera que, sauf des perfectionnements dans la nature, la forme, la manœuvre des bras de la potence de voie, une accentuation marquée de la courbe CDE où vient se loger le sac au fond de l'angle de prise, la position de repos du bras de prise, dans le plan de la portière mais au dessous de son axe, cet ensemble est identique à celui qui fut réalisé dans l'appareil mixte anglo-américain de 1884.

On voit, sur la figure 18, la liaison qui, rendant solidaires les deux bras du poste de voie, provoque leur retour simultané à la position verticale dès que le sac a été enlevé par l'ambulant. La brosse de signalisation, semblable à celle que comportait l'appareil de 1884, n'existe pas sur les wagons-poste américains ; elle a été ajoutée dans le montage français, par souci de la sécurité. Il est intéressant de signaler, à ce sujet, que les services postaux anglais et américains considèrent cette précaution non seulement comme inutile mais encore comme dangereuse : inutile, parce que leurs personnels connaissent parfaitement leur route et savent à chaque instant, de jour comme de nuit, la position exacte du train ; dangereuse, parce qu'elle autorise l'opérateur à s'en remettre à un signal qui peut accidentellement manquer ou se produire intempestivement ; il est vrai que la longue pratique d'un personnel spécialisé place, à cet égard, ces deux offices dans des conditions particulières, sur lesquelles le service français, tout au moins à ses débuts, ne pouvait compter.

Essais du système américain (1919-1922). — Les essais commencèrent en 1919 avec le concours d'un postier américain. Après une première période de mise au point et des essais qui se prolongèrent jusqu'en 1922, on estima que les résultats n'étaient pas nettement satisfaisants, le fonctionnement n'étant pas exempt d'aléas pour les correspondances ni d'insécurité pour le personnel préposé à la manœuvre.

Entre temps, les compagnies de chemins de fer avaient décidé

de ne plus admettre dans les trains de vitesse que des véhicules à boggies ; les allèges postales de 11 mètres, à essieux parrallèles sur lesquelles on avait compté pour l'installation des futurs appareils, devenaient inutilisables et des constructions onéreuses étaient à prévoir, non seulement dans l'avenir, mais immédiatement, si l'on voulait poursuivre l'exécution du programme d'essais étendus qui devaient précéder la décision définitive. Devant ces difficultés, il fallut renoncer et à poursuivre les essais du système américain et à entreprendre ceux du système anglais.

La question en est restée là ; elle n'a pas été reprise depuis.

Conclusion. — S'il fallait, pour conclure, préciser ce qu'il paraît logique de penser aujourd'hui, en France, de ce problème de l'échange des dépêches postales sans arrêt de train, problème qui, après avoir suscité pendant soixante-quinze ans un nombre extraordinaire d'inventions, n'a encore trouvé que deux solutions, on pourrait, semble-t-il, le faire dans les termes suivants :

Envisagés comme moyen d'augmenter le nombre des localités directement desservies par les trains-poste, les systèmes d'échange sont actuellement devenus sans intérêt, attendu que les dépenses de toute nature qu'entraînerait leur emploi seraient hors de proportion avec l'avantage postal réel qui pourrait en résulter pour quelques rares localités ou pour leur voisinage.

Comme moyen d'améliorer la marche des grands trains-poste en les déchargeant de quelques arrêts dont le service de la traction des chemins de fer n'a pas besoin, ils conduiraient certainement à payer très cher l'avantage postal que permettrait un gain de temps assez minime.

Mais on est aujourd'hui parfaitement documenté sur les deux seuls systèmes qu'une longue pratique a consacrés ; on pourra donc toujours évaluer exactement les dépenses à envisager et les comparer aux dépenses de tout autre combinaison qui conduirait au même résultat postal.

En terminant, on peut rappeler que, sauf l'Angleterre, les Etats-Unis et le Canada, aucune grande administration postale n'utilise aujourd'hui l'échange des dépêches sans arrêt de train.

Etude d'une

NOUVELLE CAPSULE MICROPHONIQUE POUR COMBINÉ A BATTERIE CENTRALE.

par P. MARZIN,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

En 1924, à la suite d'un concours, l'administration française des Postes et Télégraphes avait été amenée à adopter un nouveau poste téléphonique à combiné pour batterie centrale. Ce nouveau poste présentait d'ailleurs, par rapport aux appareils similaires connus à cette époque, une sérieuse supériorité, tant au point de vue des qualités à l'émission que des qualités à la réception. Il convient de signaler que l'administration française était à ce moment une des premières à admettre la généralisation des appareils à combiné en matière moulée ; elle expérimentait donc ainsi les difficultés de construction de ces appareils, tandis que des pays à grand développement téléphonique, comme l'Amérique ou l'Angleterre, n'ont généralisé ces nouveaux appareils que dans les toutes dernières années et ont ainsi profité de l'expérience française.

En fait, à la suite de l'adoption de cet appareil, on put constater que son microphone donnait parfois, à l'usage, certains mécomptes, de sorte que, depuis 1924, l'administration fut amenée à expérimenter successivement plusieurs modèles de capsules microphoniques. Après la capsule originale n° 320-4 (dite « type 1924 »), trois modèles furent mis successivement en exploitation par séries peu importantes : capsule 320-4 bis (dite « de Londres »), capsule 320-4 quater (dite « type 1924 amélioré »), capsule 320-4 ter (dite « type 1922 »). En 1928, cette dernière fut seule retenue et devint la capsule administrative.

Nous nous proposons ici de rappeler les critiques auxquelles ces différents modèles de microphones ont pu donner lieu, en ser-

vice courant, malgré les bons résultats d'essais obtenus sur les prototypes correspondants, et de présenter ce que nous avons réalisé au Service d'études et de recherches techniques de l'administration française pour remédier aux défauts constatés en exploitation.

Description des diverses capsules expérimentées par l'administration française. — On sait qu'une capsule microphonique comprend essentiellement une membrane vibrante et une chambre à grenaille contenant deux électrodes en contact avec de la grenaille de charbon. La membrane vibrante transforme les vibrations acoustiques de la parole en variations correspondantes du volume de la chambre à grenaille, d'où il résulte des variations de la résistance de l'ensemble des contacts compris entre les deux électrodes.

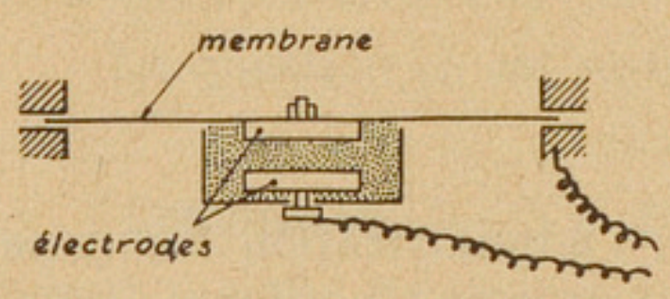


Fig. 1.

Dans la plupart des types de capsule (fig. 1), l'une des électrodes est mobile et solidaire de la membrane vibrante, tandis que l'autre est fixe. Quelquefois cependant (fig. 2), les deux électrodes sont fixes et les variations de volume de la chambre à grenaille sont produites par la membrane elle-même ou encore par un agitateur solidaire de la membrane. Dans le cas le plus fréquent, d'une électrode mobile, la membrane peut jouer elle-même le rôle d'électrode (fig. 3) ; elle est alors constituée en charbon, comme dans l'ancienne capsule administrative du type 1918.

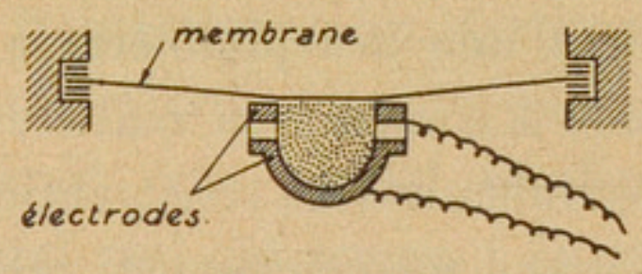


Fig. 2.

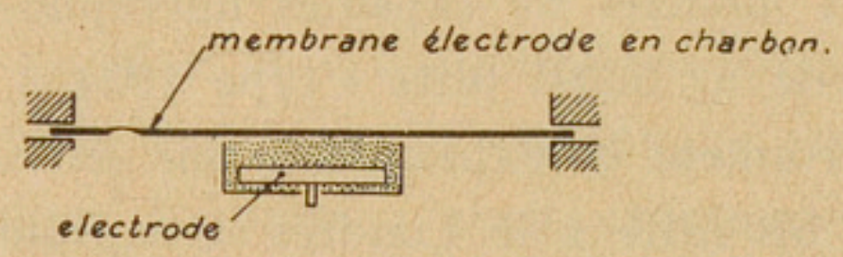


Fig. 3.

Le premier type de capsule expérimenté sur le poste 1924, capsule n° 320-4 (fig. 4), est du type à deux électrodes fixes. Les vibrations de la membrane sont transmises à la grenaille par un

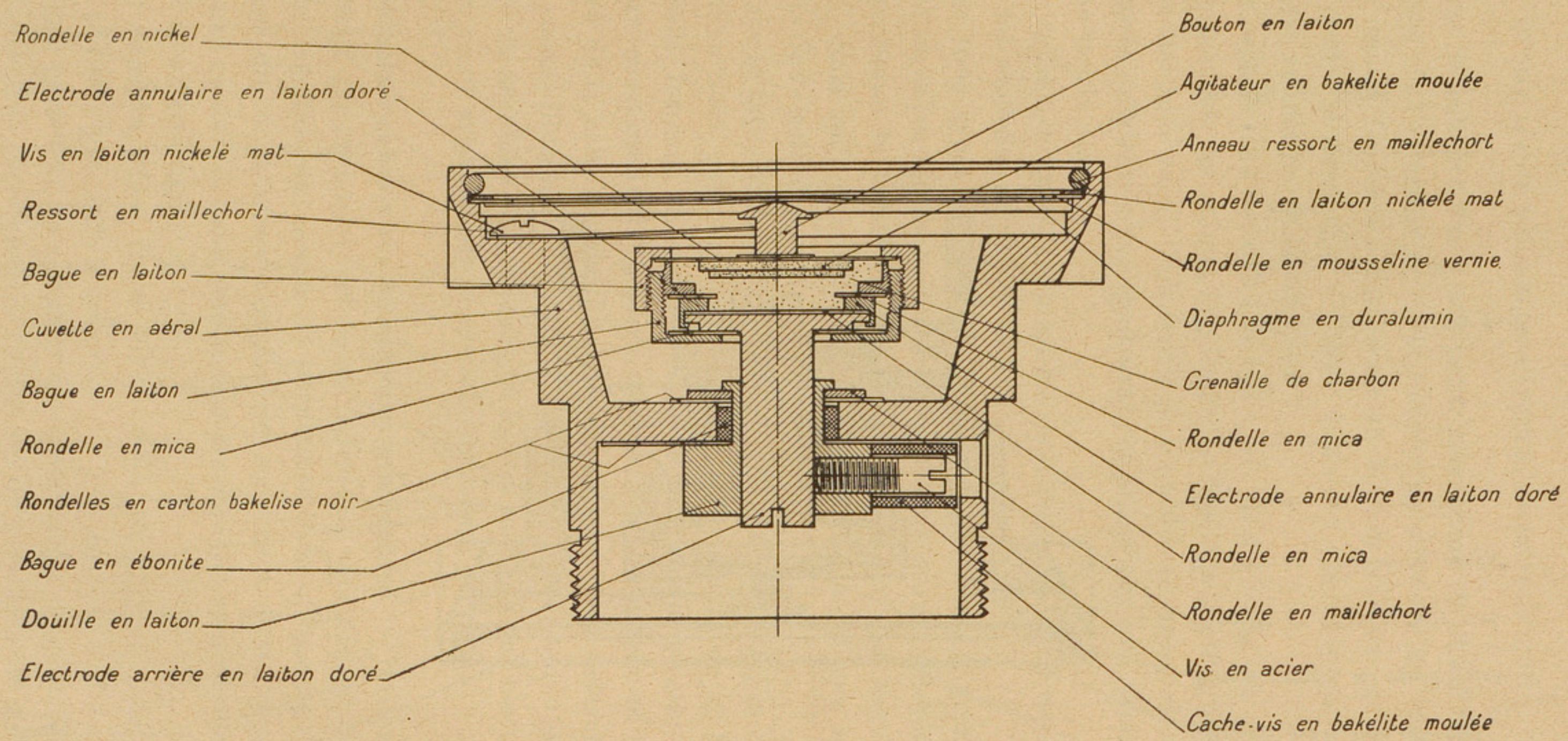


Fig. 4. — Capsule microphonique du type 1924 (n° 320-4).

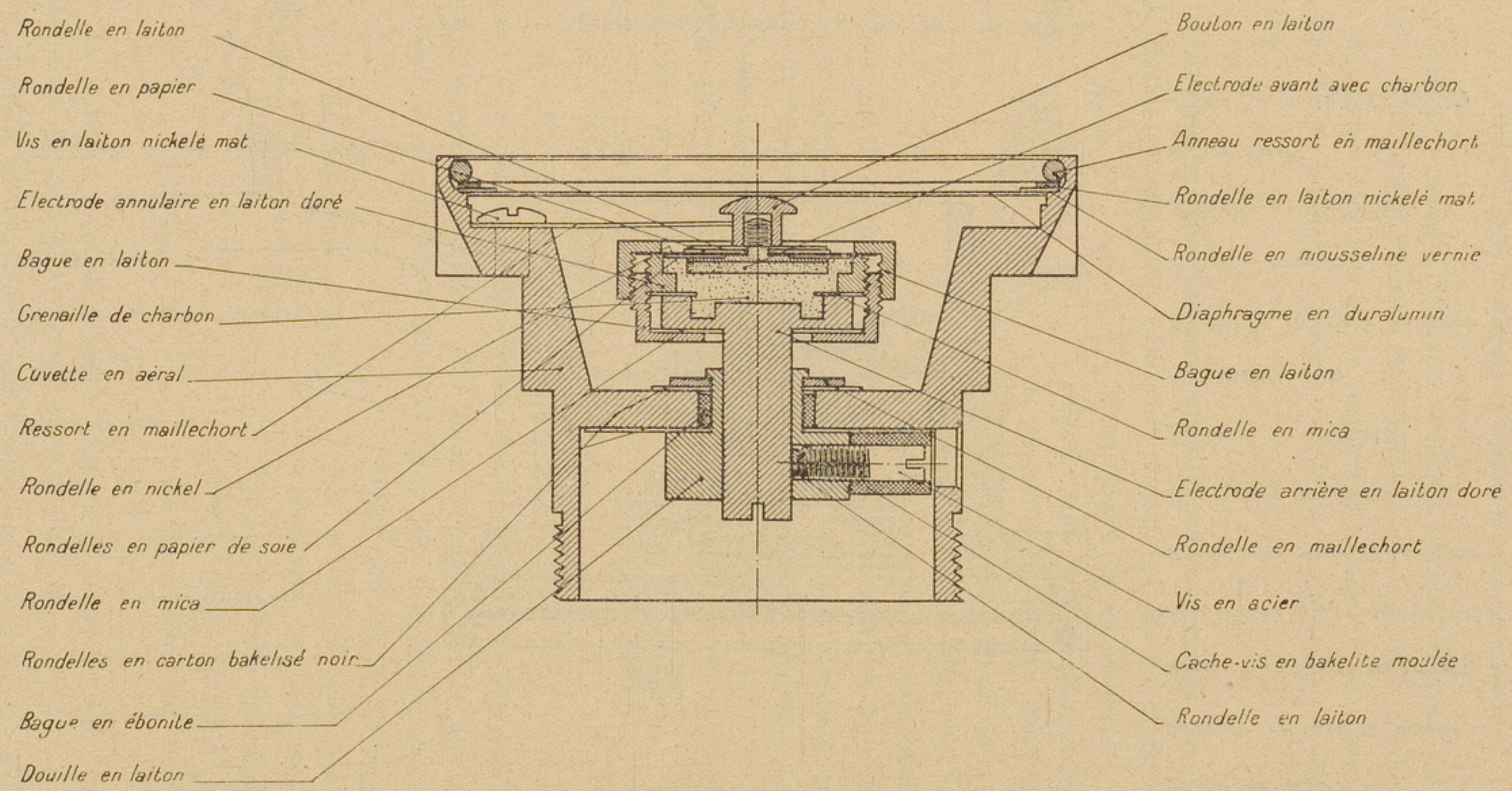


FIG. 5. — Capsule microphonique n° 320-4 bis.

agitateur en bakélite fixé à une petite membrane en nickel recuit. La liaison de l'agitateur et de la membrane vibrante est réalisée par un ressort fourchette qui presse un bouton solidaire de l'agitateur contre la membrane vibrante. Les deux électrodes sont des électrodes annulaires en laiton doré.

La capsule du type « de Londres », n° 320-4 bis (fig. 5), diffère de la précédente en ce que l'agitateur en bakélite a été remplacé par une électrode en charbon munie de rondelles de papier de soie. L'électrode inférieure a été également remplacée par une électrode plate en laiton doré.

La capsule du type 1924 amélioré est identique à la précédente ; seules, les rondelles de papier de soie n'existent pas.

Ces trois types de capsules possèdent une boîte à grenaille étanche, en ce sens que la boîte contenant le graphite est obturée par une membrane de nickel bloquée sur ses bords par une bague de serrage, mais suffisamment souple pour ne pas nuire aux mouvements de l'électrode mobile qu'elle porte.

Dans le type 1922, n° 320-4 ter (fig. 6), au contraire, la boîte à grenaille n'est pas étanche : l'électrode supérieure de la boîte à grenaille, formant un ensemble indépendant, contient l'électrode inférieure et est ouverte à sa partie supérieure. Une rondelle de mica, solidaire de la boîte à grenaille, possède un évidement central qui laisse passer librement l'électrode supérieure ; pour interdire le passage du graphite, une rondelle de feutre, solidaire de l'électrode mobile, vient appuyer sur la rondelle annulaire de mica.

Défauts constatés sur les capsules précédentes. — Il convient de signaler que les prototypes de ces différentes capsules ont donné de bons résultats aux essais de téléphonométrie et que les constatations qui vont suivre s'appliquent seulement à des capsules fabriquées en série et, pour certaines, à des capsules ayant assuré un ervice assez prolongé.

a) *Capsules 320-4 (type 1924), 320-4 bis (type de Londres), 320-4 quater (type 1924 amélioré).* — Les capsules 320-4 (type 1924), qui possèdent un agitateur en bakélite, ont présenté parfois un inconvénient particulier dû au fait que la bakélite n'est pas une

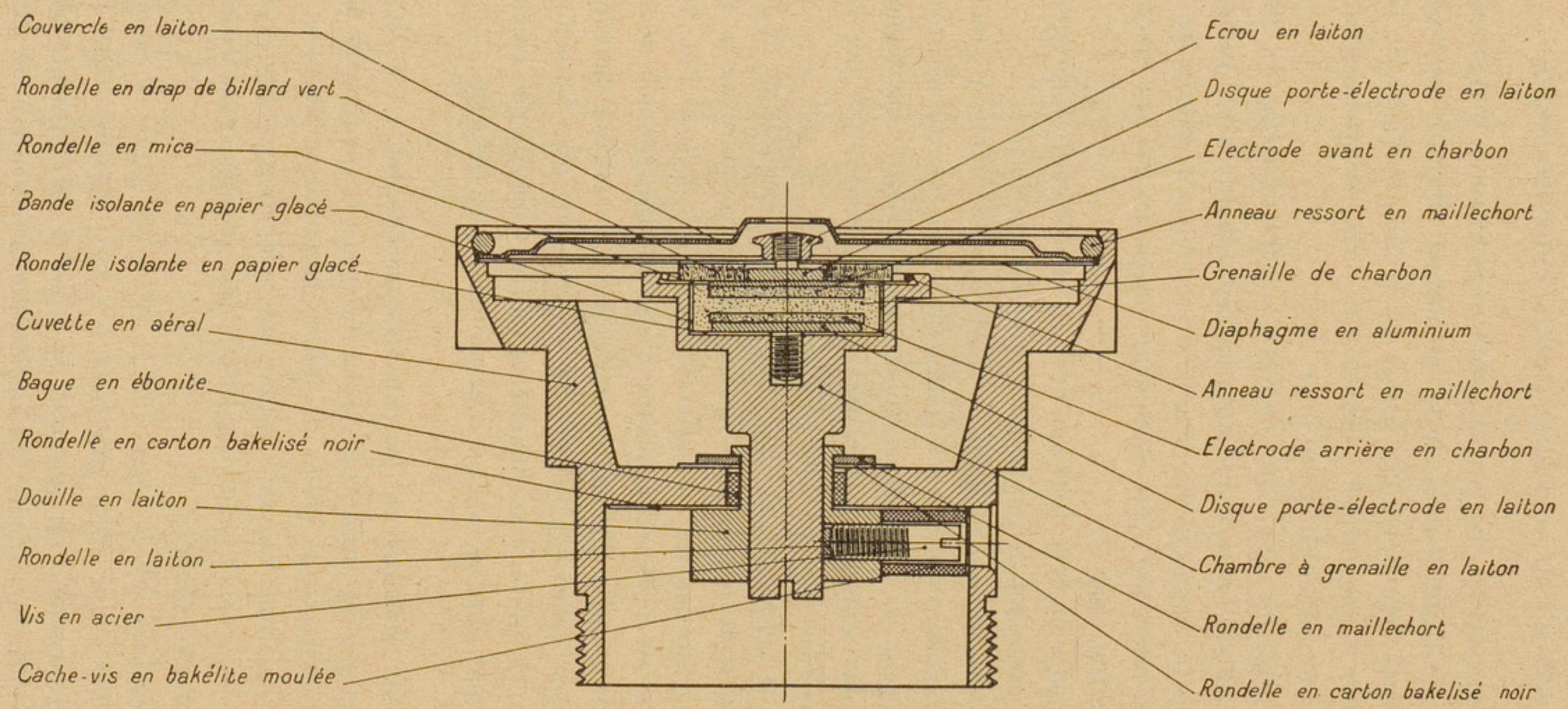


FIG. 6. — Capsule microphonique du type 1922.

substance parfaitement définie ; en effet, certaines livraisons de bakélite présentent la propriété de se décomposer partiellement sous l'influence d'une température assez peu élevée et de laisser échapper des vapeurs de phénol, qui se déposent ensuite sur le graphite. Il en résulte que la capsule peut acquérir, dans certains cas, une résistance très élevée, pouvant atteindre 3.000 ohms. Cet inconvénient, qui n'a pas présenté un caractère général, a été constaté seulement sur certaines séries de capsules, dans lesquelles la bakélite avait sans doute une qualité inférieure, qu'il est d'ailleurs difficile de vérifier *a priori*.

Un deuxième défaut, qui peut se manifester sur l'un ou l'autre des modèles 320-4 (type 1924), 320-4 bis (type de Londres), 320-4 quater (type 1924 amélioré), est dû à la présence d'un ressort fourchette soumis à une déformation permanente. Ce ressort, qui applique assez fortement un bouton sur le centre d'une membrane mince, peut, dans certains cas, déformer la membrane et perdre à la longue une partie de son élasticité.

Dans l'un et l'autre cas, la capsule devient mauvaise.

Un troisième défaut est dû à ce que, sous l'influence de l'humidité, le métal constituant le boitier de la capsule peut présenter des phénomènes de corrosion plus ou moins accentués. Ce métal a été d'abord un alliage d'aluminium et de zinc, essentiellement attaquable par l'humidité sortant de la bouche de l'opérateur. Cette corrosion a été évitée par la suite :

1° par l'emploi d' « aéral » convenablement verni, en remplacement de l'alliage aluminium-zinc précédemment utilisé ;

2° par une modification de la forme de l'embouchure du poste 1924 en vue de rendre moins facile la pénétration de l'humidité au cours de la conversion (substitution d'une embouchure percée de trous coniques à la grille existante).

Grâce à ces modifications, il semble que les boîtiers n'aient plus donné lieu à des constatations défavorables au point de vue de la corrosion.

b) *Capsules 320-4 ter (type 1922)*. — 1° Constatations avant leur mise en service. — Le cahier des charges pour la fourniture des appareils à batterie centrale impose aux capsules micropho-

niques, en ce qui concerne l'efficacité, une limite inférieure de 4 décinépers pire, par rapport à l'étalon de l'administration française [1]. En fait, presque toutes les capsules 320-4 ter (type 1922) présentées à la vérification se trouvent à la limite de cette tolérance tandis que les prototypes avaient une efficacité supérieure. L'expérience a montré que ce défaut est du au fait que la capsule 320-4 ter s'adapte mal à la construction en série, parce qu'elle nécessite d'une part une trop grande précision dans la construction et dans l'assemblage des différentes pièces, d'autre part un réglage assez délicat en fin de montage. D'une part, en effet, l'électrode mobile doit se mouvoir librement et sans frottement à l'intérieur d'une rondelle de mica de dimension peu supérieure, d'autre part la boîte à grenaille doit exercer sur la partie mobile une pression de 100 grammes exactement. Etant donné la rigidité relative de la membrane, un déplacement faible de la boîte à grenaille (pouvant résulter, par exemple, du serrage de la vis de pression après règlage) correspond à une grande variation de la compression du graphite. En fait, ces défauts se constatent sur une assez grande échelle à la réception en usine.

2° Constatations en exploitation. — D'après les constatations faites en service courant, il peut arriver que, dans certains cas, l'efficacité de la capsule de ce type subisse, à l'usage, une baisse assez rapide, de sorte que, pour les dernières capsules retirées de l'exploitation par le service téléphonique de Paris, la vie moyenne a été nettement inférieure à celle que l'on escomptait. Cet inconvénient est dû à deux causes principales :

1. La boîte à grenaille n'étant pas, en principe, hermétiquement close, si les pièces ne sont pas ajustées soigneusement, le graphite peut, à la faveur des chocs, s'échapper de sa boîte par l'espace libre compris entre l'électrode supérieure et la rondelle annulaire qui permet le libre déplacement de cette électrode : c'est ce

---

1. L'équivalent de référence du système étalon de travail de l'administration française est + 7,5, c'est-à-dire que cet étalon est 7,5 décinépers pire que l'étalon du Système fondamental européen de référence pour la tranmission téléphonique.

qui a été constaté sur des capsules hors d'usage et parfois sur des capsules en cours de vérification ;

2. Par construction même, la boîte à grenaille n'est pas étanche à l'humidité ; or le graphite a une grande tendance à s'imprégner d'humidité, et le voisinage de la bouche de l'opérateur facilite cette humidification ; dès que le graphite est humide, l'efficacité de la capsule baisse considérablement ; une des preuves de cette interprétation est le fait qu'on peut améliorer une capsule rebutée en la conservant un certain temps en atmosphère chaude et sèche.

Conclusion des remarques précédentes. — 1° La première constatation qui s'impose est la suivante : il ne suffit pas qu'un prototype de capsule donne de bons résultats téléphonométriques en laboratoire : il faut encore que ce prototype soit facile à construire en grande série, c'est-à-dire que les capsules résultant d'une fabrication courante soient comparables entre elles et comparables à leur prototype ; il faut, de plus, que la fabrication ne nécessite ni précautions spéciales ni réglage délicat, de telle sorte que les qualités d'une capsule de série dépende le moins possible des soins apportés dans sa construction ;

2° Il est indispensable que la capsule soit suffisamment étanche pour que l'humidité ne puisse pénétrer dans la boîte à grenaille ; la solution la plus sûre consiste à utiliser une boîte à grenaille hermétiquement fermée, du type « solid-back », par exemple ;

3° Enfin il faut que les matériaux utilisés dans la fabrication ne puissent se détériorer en service, soit par la chaleur, soit par l'humidité.

Capsule étudiée au Service d'études. — Nous avons pensé qu'il fallait avant tout se garantir contre le risque d'humidification, cause principale de la baisse d'efficacité de la capsule en service. Le meilleur moyen nous a paru être l'utilisation d'une boîte à grenaille étanche dérivant du type solid-back (fig. 7). Le microphone solid-back est, en effet, connu pour ses qualités de statibilité, puisqu'on s'en sert généralement comme étalon de travail. La boîte à grenaille solid-back présente cependant l'inconvénient de

varier beaucoup d'efficacité et de résistance lorsque sa position varie dans l'espace. Par contre, les boîtes à grenaille des capsules administratives « type 1924 amélioré » et « 320-4 bis » (type « de Londres »), qui sont étanches, comportent un étranglement intérieur qui permet d'obtenir dans toutes les positions du microphone une section de graphite constante et par suite une efficacité pratiquement indépendante de la position de l'appareil.

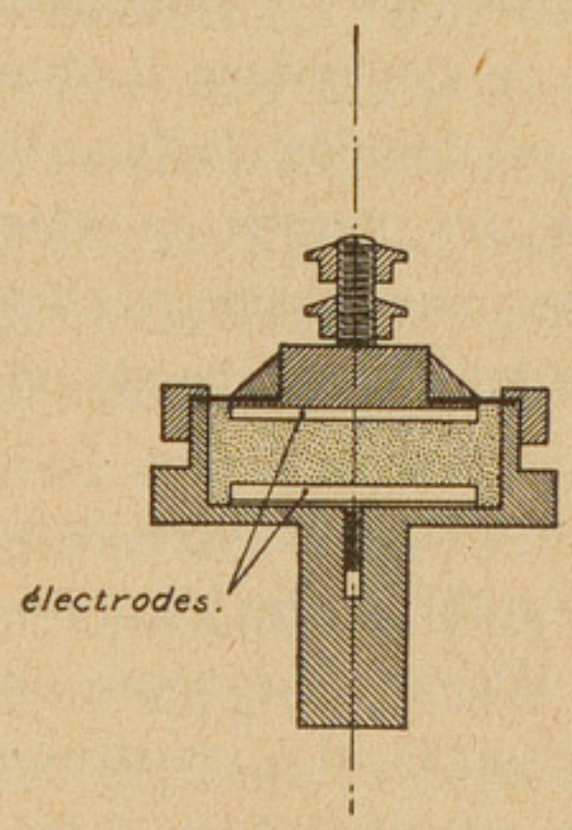


Fig. 7. — Schéma de boîte à grenaille « solid back ».

Pour éviter les défauts constatés sur ces deux types de capsules, il fallait supprimer l'ensemble constitué par la membrane et le ressort fourchette, pour le remplacer par un dispositif qui ne présente pas les inconvénients constatés sur ces capsules. Nous avons pensé utiliser une membrane à profil ondulé du type des membranes métalliques pour phonographe, caractérisées par ce fait que la partie centrale de la membrane est rigidifiée par un emboutissage de section conique ou sphérique, tandis que la partie annulaire est rendue très souple par une série d'ondulations circulaires. Une telle membrane est caractérisée, au point de vue acoustique, par le fait qu'elle présente trois résonnances séparées l'une de l'autre par une octave (fig. 8).

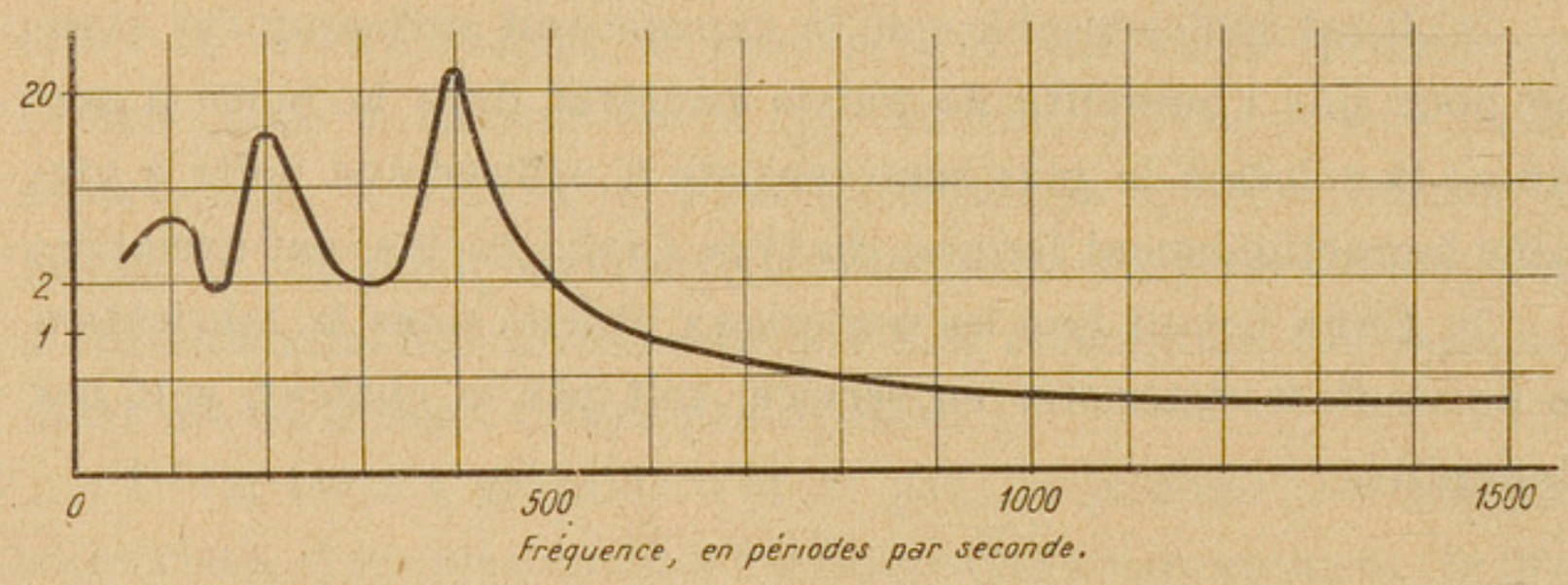


Fig. 8. — Amplitudes, à intensité sonore constante, d'une membrane profilée munie de son électrode.

Une première capsule, réalisée en rendant le centre d'une telle membrane solidaire de l'électrode mobile d'une boite à grenaille du type 320-4 bis, donna des résultats très favorables. Son efficacité fut trouvée 3 décinépers meilleure que l'étalon de travail du Service d'études, et sa netteté 75 % pour les logatomes et 91 % pour les sons [1].

A la suite de ce résultat, nous avons entrepris l'étude systématique d'une capsule basée sur ces principes, en utilisant, d'une part des membranes de série fournies par un fabricant de phonographes, d'autre part des boîtes à grenaille de capsules 320-4 bis neuves ou rebutées. De cette façon, toutes les pièces détachées étaient des pièces de série ; seul, le montage, d'ailleurs simple, était réalisé en laboratoire.

Description de la nouvelle capsule. — Le boîtier de la capsule (fig. 9) est identique aux boîtiers des capsules administratives déjà existantes. La membrane profilée est bloquée sur ses bords par le jonc précédemment existant. Le centre de la membrane est fixé à l'électrode mobile de la boîte à grenaille par un écrou, avec interposition d'une rondelle en aluminium pur. Un couvercle perforé en laiton nickelé assure la protection mécanique sans modifier les qualités du microphone.

La boîte à grenaille utilisée est celle de la capsule 320-4 bis (de Londres). Cette boîte a cependant été légèrement modifiée : d'une part, une rondelle de papier buvard formant joint a été remplacée par une même rondelle en toile bakélisée ; d'autre part, pour faciliter la construction en série et pour permettre d'obtenir une boîte à grenaille totalement indépendante du reste de la capsule, le bouton bloquant l'électrode supérieure sur sa rondelle de nickel a été remplacé par deux écrous.

La masse de l'ensemble mobile est d'environ 1g,85 (y compris

---

1. La netteté est mesurée à l'aide de logatomes espéranto. Chaque logatome est formé de trois sons élémentaires : un son consonne initial, un son voyelle, un son consonne final. La netteté pour les sons est égale à la proportion de sons correctement reçus rapportée au nombre total de sons transmis. La netteté pour les logatomes est égale à la proportion de logatomes correctement reçus, un logatome étant correctement reçu lorsque les trois sons qui le composent ont été eux-mêmes correctement reçus.

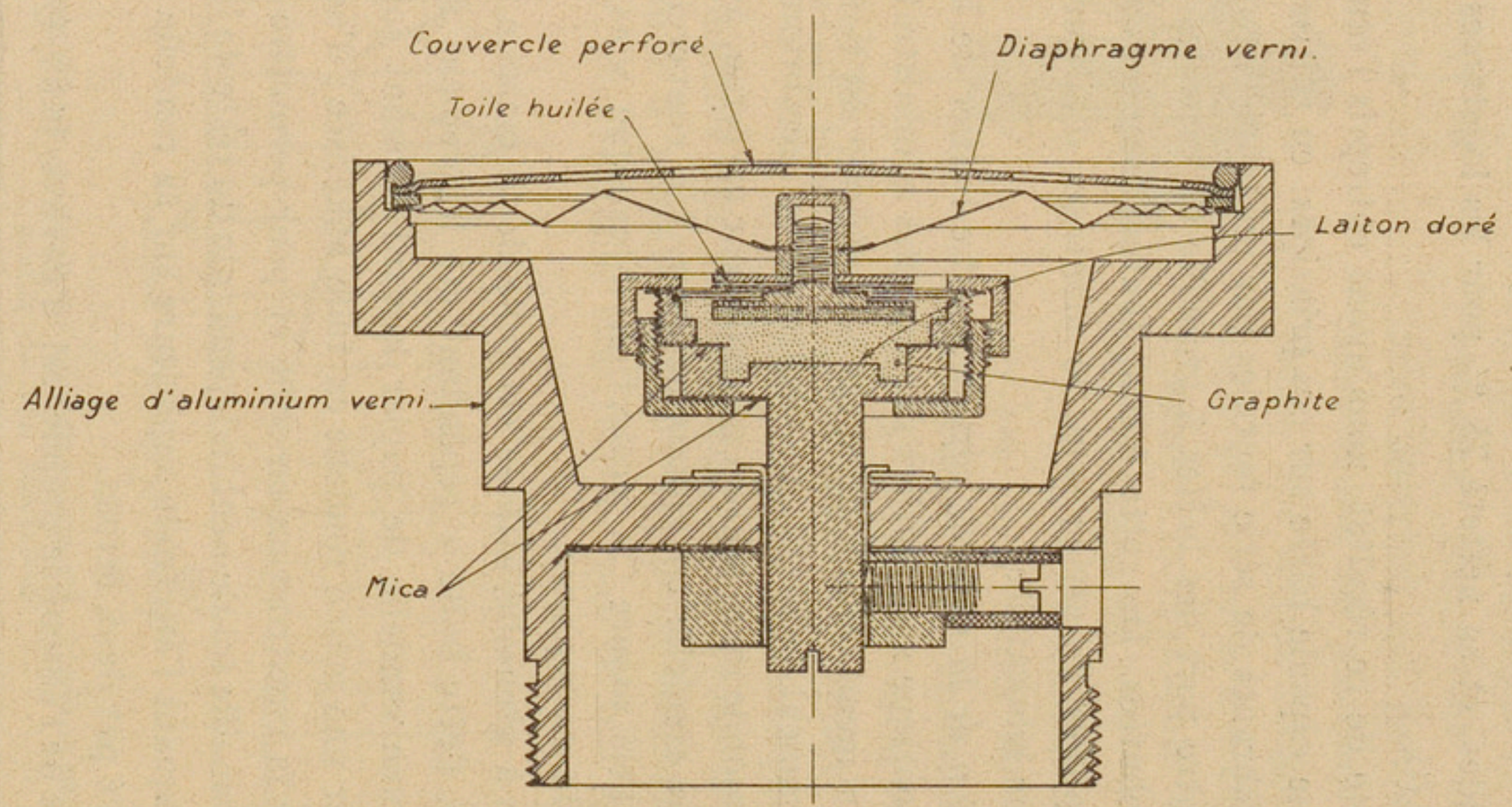


Fig. 9. — Capsule microphonique du type 1924.

la partie mobile de la membrane), alors qu'elle est de 5,5g pour le solid-back et de 2,6g pour la capsule du type 1922.

Aucun réglage n'est nécessaire en cours de montage.

Des capsules analogues ont été également construites en utilisant la boîte à grenaille de la capsule du type 1924 amélioré au lieu de celle de la capsule 320-4 bis. On sait que cette dernière diffère de la précédente par l'absence de rondelles de papier de soie. De ce fait, sa construction peut paraître un peu plus simple. En contre-partie, sa construction en série peut être plus délicate du fait que la petite membrane en nickel mince, qui n'est plus soutenue par les rondelles de papier de soie comme elle l'est dans la boîte à grenaille de la capsule 320-4 ter, risque de se déformer.

Résultats d'essais. — Les essais avant épreuve de durée ont montré que ce type nouveau de capsule donnait une efficacité et

RÉSULTAT D'ESSAIS AVANT ÉPREUVES DE DURÉE.

DÉSIGNATION	EFFICACITÉ en décinépers. (1)		NETTETÉ par logatomes. (2)	NETTETÉ par sons.	CONSTRUITES en
Type administratif 320-4 bis.....	3	Pire	60	84	série
Type administratif 320-4 ter.....	3	Pire	65	86	série
Type étranger X.....	2,6	Meilleur	71,4	90	laboratoire
Type étranger Y.....	5	Pire	68,4	80,2	série
Type nouveau proposé : boîte à grenaille 320-4 bis.....	2,9	Meilleur	75,6	91,1	pièces de série montage au laboratoire
boîte à grenaille 320-4 quater.....	2	Meilleur	74	99	id.

1. Par rapport à l'étalon de travail de l'administration française.
2. En logatomes esperanto.

une netteté à l'émission au moins égales à celles des meilleures capsules actuellement connues. Voici, à titre d'indication, les résultats comparatifs de quelques types de capsules essayés dans l'appareil 1924.

Ces résultats ont d'ailleurs été confirmés par le service de la Vérification du matériel, qui a procédé par la suite à une fabrication de cinquante capsules, en se rapprochant le plus possible des conditions de fabrication en série. Les résultats téléphonomé-

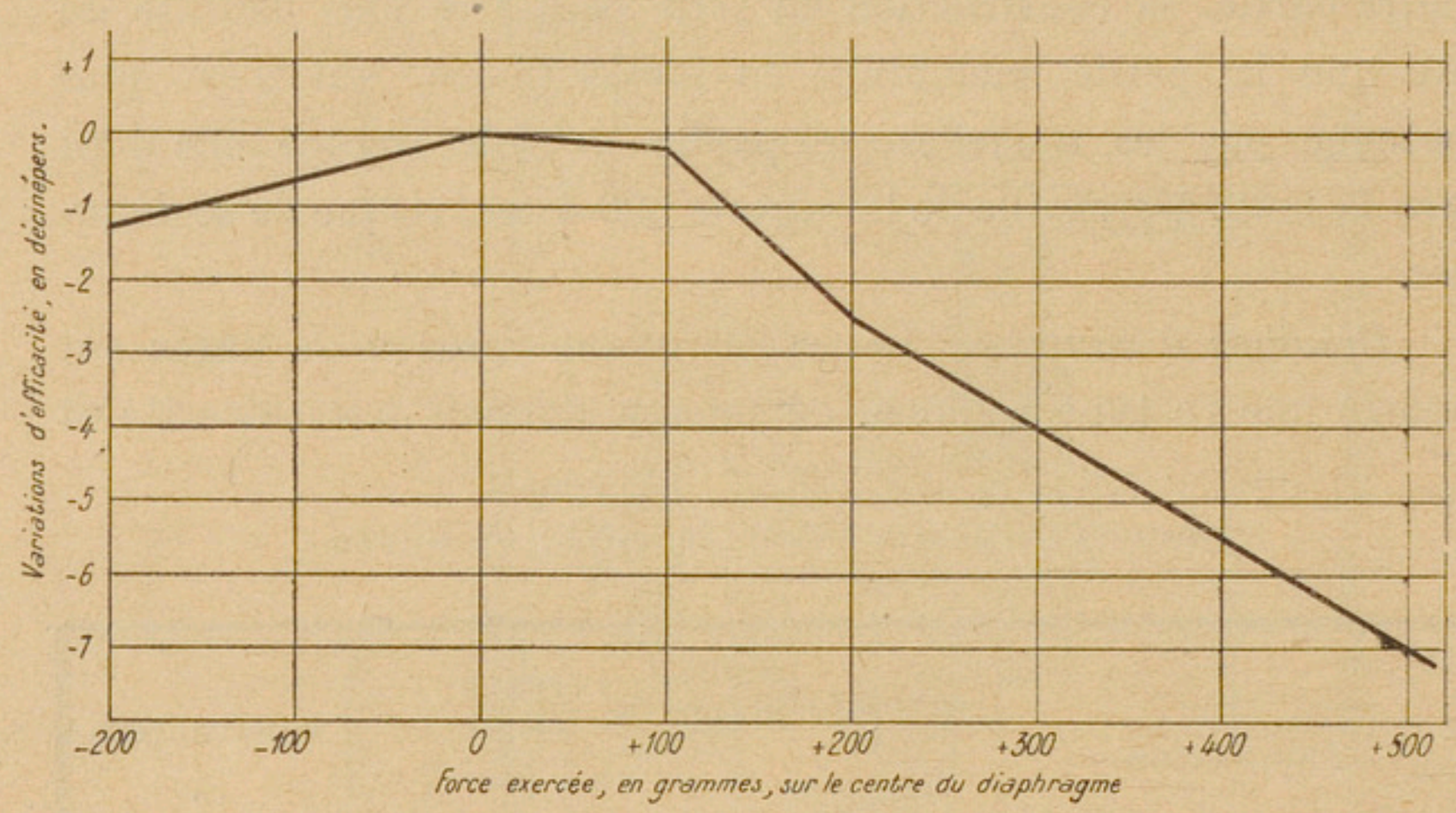


FIG. 10. — Variations d'efficacité en fonction de la pression du diaphragme sur le graphite.

triques qu'il a obtenus ont été à peu près identiques à ceux du Service d'études.

Afin de se rapprocher des conditions d'usure en exploitation, les différentes capsules ont été soumises à plusieurs séries d'épreuves de vieillissement et d'humidification.

Dans une première série d'épreuves, les capsules, alimentées normalement, ont été soumises à des chocs répétés pendant 18 heures, à raison de 25 chocs à la minute. Les capsules du type nouveau ont bien résisté à cette épreuve, puisqu'elles ont subi une baisse moyenne de 0,8 décinépers seulement, tandis que le type administratif baissait de 2,9, le type 320-4 bis de 1,4 ,le type X de 4,7, le type Y de 0,3.

Une deuxième série d'épreuves a été créée pour tenir compte de l'humidification constatée en service. Cette épreuve a consisté en un séjour de durée variable en atmosphère saturée de vapeur d'eau à 40° centigrades. L'expérience montre qu'un séjour relativement court dans cette atmosphère constitue une épreuve d'humidification très sévère. En fait, alors que les différents types de capsules résistaient très mal à un séjour de 48 heures en cuve, les capsules nouvelles ont convenablement résisté à un séjour de 140 heures, puisqu'au bout de ce séjour elles présentaient une efficacité entrant largement dans les tolérances du cahier des charges, comme l'indique le tableau ci-joint.

RÉSULTAT D'ESSAIS APRÈS ÉPREUVES D'HUMIDIFICATION.

DÉSIGNATION	Efficacité après un séjour de			
	24 heures.	48 heures.	72 heures.	140 heures.
Capsule 320-4 ter....	5,5 Pire	8 Pire	12,5 Pire	
— X	4,8 Pire	noyée		
— Y			10,9 ou noyée	
— du service d'études ..	1,9 Meilleur	1,4 Meilleur	0,2 Meilleur	0,5 Pire

Afin de se rendre compte dans une certaine mesure de la facilité de montage en série, deux séries d'essais ont été effectuées pour étudier la variation d'efficacité de la capsule en fonction, d'une part de la quantité de graphite introduite dans la boîte à grenaille, d'autre part de la pression de la membrane sur la boîte à grenaille. Les résultats de ces essais, traduits par les courbes des figures 10 et 11, montrent que la capsule est peu sensible à ces variations, ce qui est une qualité pour sa construction en série.

Conclusions. — Dans cette nouvelle capsule, on s'est attaché avant tout à utiliser du matériel déjà existant, pour plusieurs raisons dont l'une est de permettre aux constructeurs de conserver l'outillage existant. De ce fait, cette capsule est d'un prix analogue

à celui des capsules précédentes : on remplace, en effet, une membrane, un ressort et deux vis par une membrane profilée et un couvercle perforé, en simplifiant le montage. On peut se demander s'il n'est pas possible de réaliser une capsule d'un prix nettement inférieur en conservant les caractéristiques principales de ce type, à savoir : boîte à grenaille étanche et diaphragme ondulé. La solution serait sans doute obtenue en remplaçant le boîtier massif existant (qui entre pour plus du quart dans le prix de la capsule) par un boitier plat en laiton embouti. Mais il s'agit là d'une

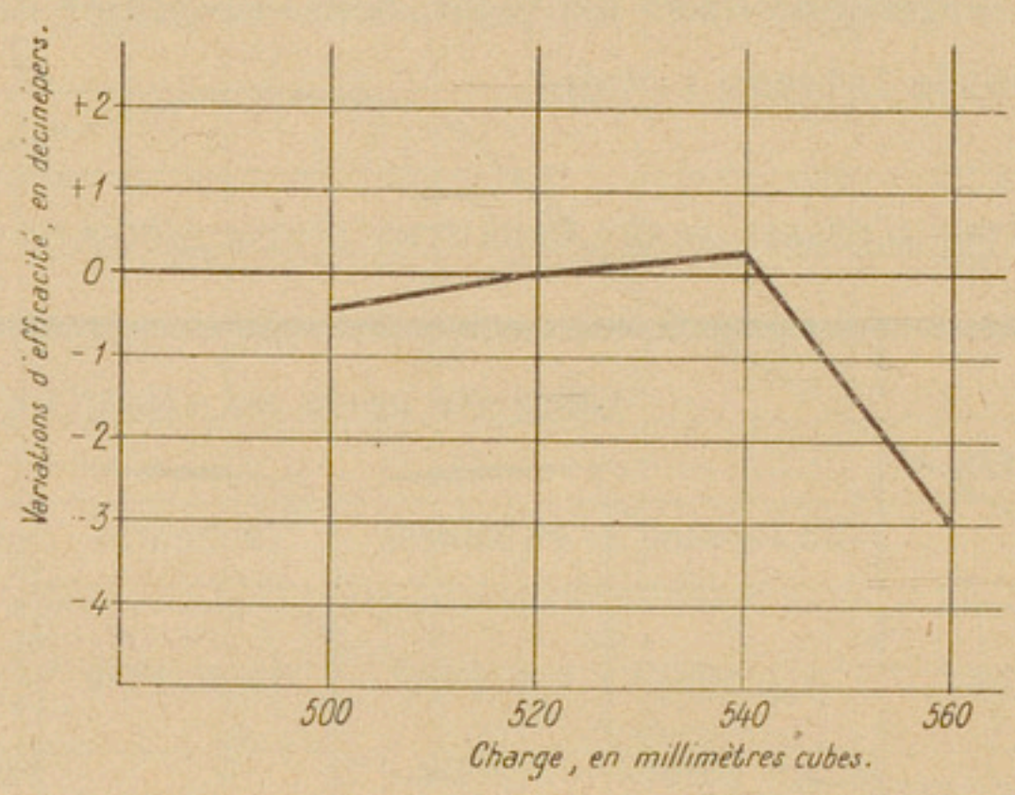


Fig. 11. — Variations de l'efficacité en fonction de la charge en graphite.

réalisation mécanique entièrement nouvelle, et une étude ultérieure permettra de dire si une conception de ce genre peut se prêter facilement à une construction de série.

Telle qu'elle est réalisée actuellement, la nouvelle capsule présente des qualités de facilité de construction et de résistance à l'humidification qui permettent d'espérer que sa vie moyenne sera notablement plus longue que celle des types antérieurs.

De plus, grâce à son efficacité élevée, elle doit permettre à l'administration française de satisfaire plus facilement aux nouvelles exigences de la téléphonie internationale et notamment aux prescriptions édictées par le Comité consultatif international pour les communications téléphoniques à grande distance.

Caractéristiques générales du

SYSTÈME DE COMMUTATEUR TÉLÉPHONIQUE AUTOMATIQUE DIT « R 6 »,

par V. DI PACE,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.

Le système R 6 tenant, comme on l'a vu dans un récent article, une place importante dans l'équipement des bureaux téléphoniques de province, il paraît utile d'en indiquer au moins brièvement les caractéristiques.

Dernier venu parmi les grands systèmes automatiques en service, qui ont été décrits mainte fois et qui tous sont d'origine étrangère, le système R 6 est d'invention française et a été mis au point en France. L'administration française en a acquis la propriété et peut le faire fabriquer par n'importe quel constructeur. En fait, quatre maisons en ont actuellement constitué l'outillage et sont en mesure de le fabriquer.

***

Le système R 6 emploie des chercheurs doubles comme organes de présélection. Les chercheurs primaires, les sélecteurs et les connecteurs sont des commutateurs rotatifs de même type, qui ne diffèrent éventuellement que par le nombre d'arcs des bancs de contacts et par celui des frotteurs (fig. 1). Ces commutateurs rotatifs sont à 51 positions et, par juxtaposition de deux séries d'arcs sur les bancs de contacts, peuvent desservir 102 directions. Chaque position du commutateur correspond à deux directions ; mais une seule est connectée grâce au fonctionnement d'un relais de connexion.

Les abonnés sont groupés par centaines, aussi bien sur les chercheurs primaires que sur les connecteurs.

Les sélecteurs et connecteurs ont une position de repos, sauf dans le cas où l'on fait usage d'enregistreurs, comme on le verra plus loin.

Les chercheurs secondaires sont constitués suivant l'impor-

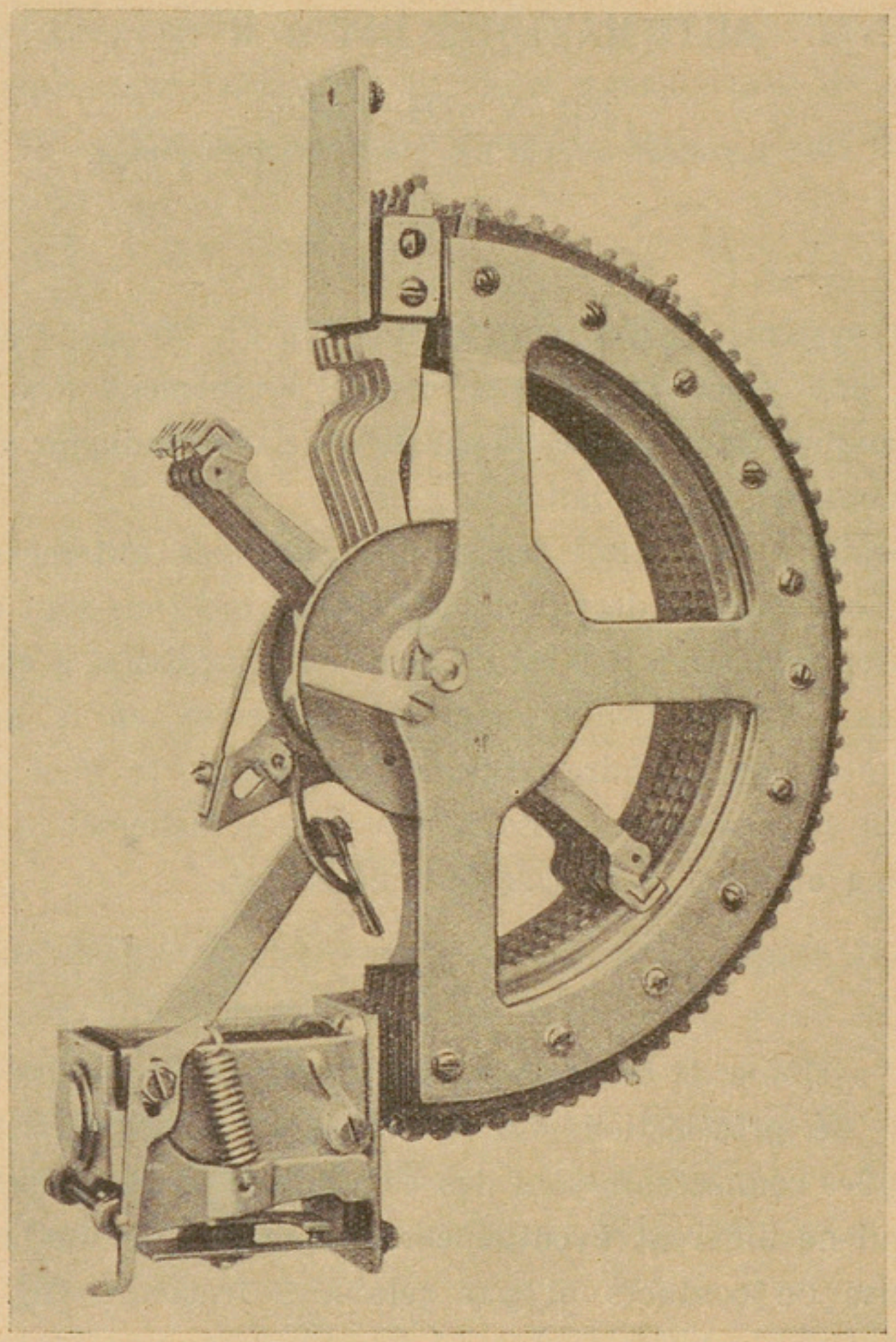


Fig. 1. — Commutateur à 51 directions.

tance des bureaux par des commutateurs à 11 ou à 25 directions. Les chercheurs primaires et secondaires n'ont pas de position de repos.

Le système comporte également des *distributeurs* et des

commutateurs de contrôle, constitués chacun par un commutateur rotatif à 11 directions et un jeu de relais, rassemblés sur une platine amovible (fig. 2 à 5).

L'alimentation des abonnés, la transmission des impulsions vers les différents étages de sélection, l'envoi du courant d'appel et du signal d'occupation, la supervision, l'inversion du courant d'alimentation du demandeur à la réponse du demandé, la

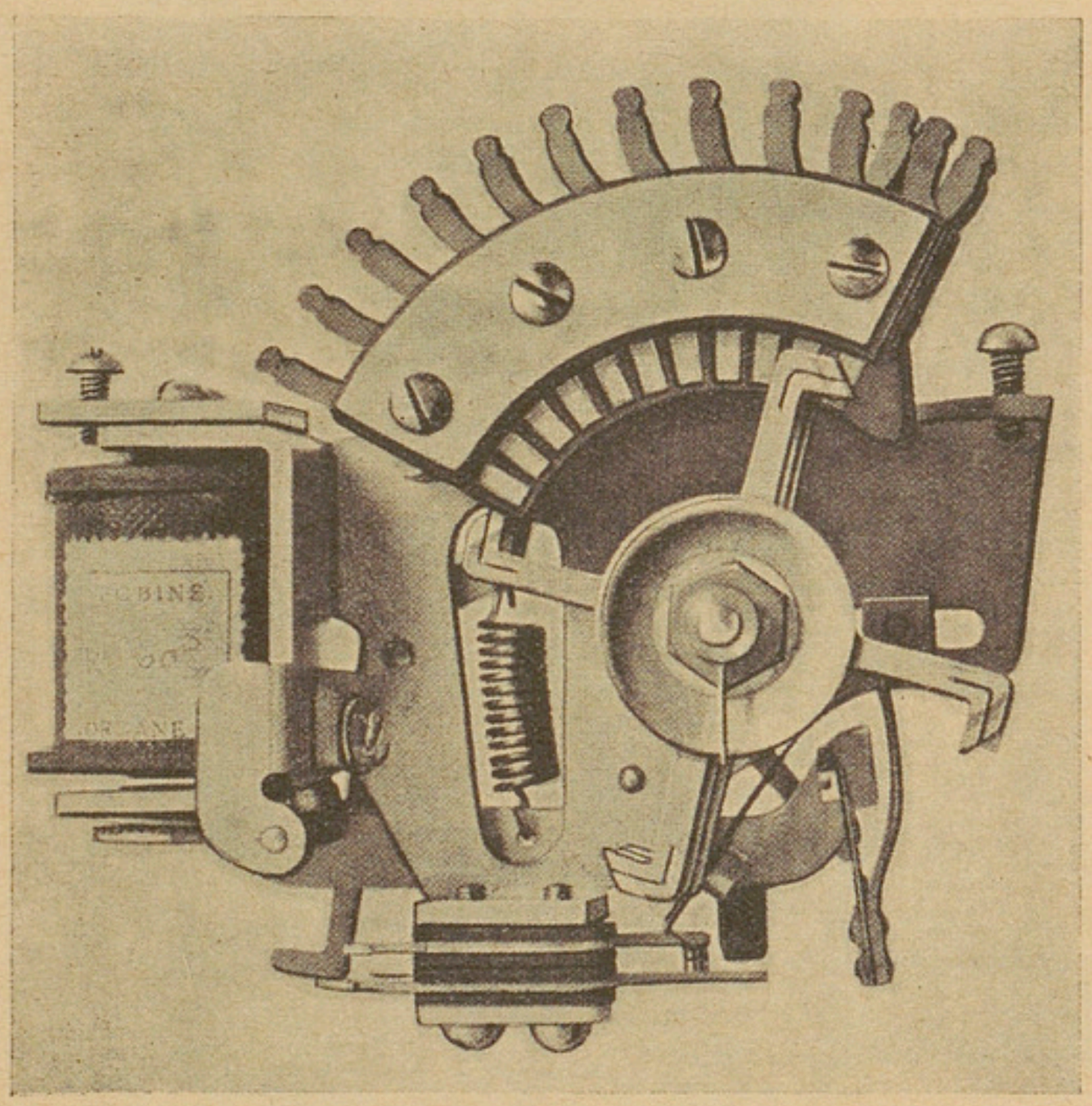


Fig. 2. — Commutateur à 11 directions : vue d'ensemble.

commande du compteur du demandeur, la commande de la libération sont assurés dans les réseaux à un seul bureau par un groupe de relais situé avant le premier sélecteur et solidaire de cet organe, appelé *groupe de relais d'alimentation.*

Le rôle des « distributeurs » est de désigner, dans chaque groupe de 100 abonnés, deux chercheurs libres, chargés, quand un appel se produit, de partir à la recherche de l'abonné appelant. En principe, il y a deux distributeurs par groupe de 100 abonnés.

Les « commutateurs de contrôle » sont des organes affectés à chaque ensemble de sélecteurs formant un même étage de sélection, à raison, par exemple, d'un commutateur de contrôle pour 10 sélecteurs.

On observe, dans le fonctionnement d'un sélecteur R 6, les deux opérations classiques : 1° Sélection numérique du groupe de lignes qui dessert le groupe d'abonnés caractérisé par le chiffre

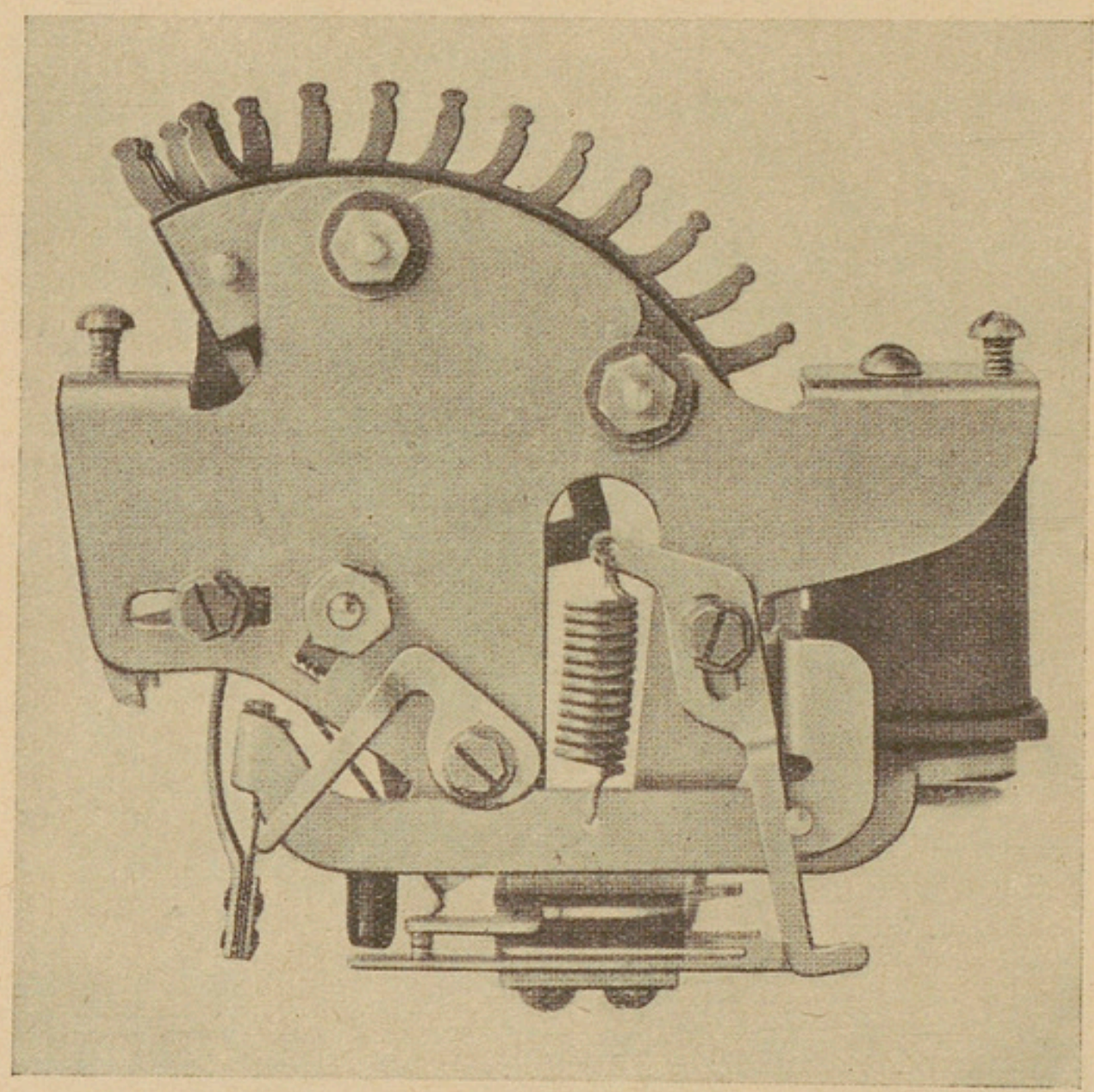


Fig. 3. — Commutateur à 11 directions : vue postérieure.

emis par le demandeur ; 2° Sélection automatique d'une ligne libre dans ce groupe. Le sélecteur, qui est un organe purement rotatif, doit donc être amené par une rotation commandée sur la première ligne du groupe correspondant au chiffre émis et, au besoin, si cette ligne est occupée, se porter en rotation automatique jusqu'à la première ligne libre de ce groupe.

C'est dans la sélection numérique qu'intervient le commutateur de contrôle. Chaque ligne auxiliaire vers un étage de sélection

donné se termine par un sélecteur. Les sélecteurs d'un même étage de sélection sont groupés par dix, par exemple, et à chaque

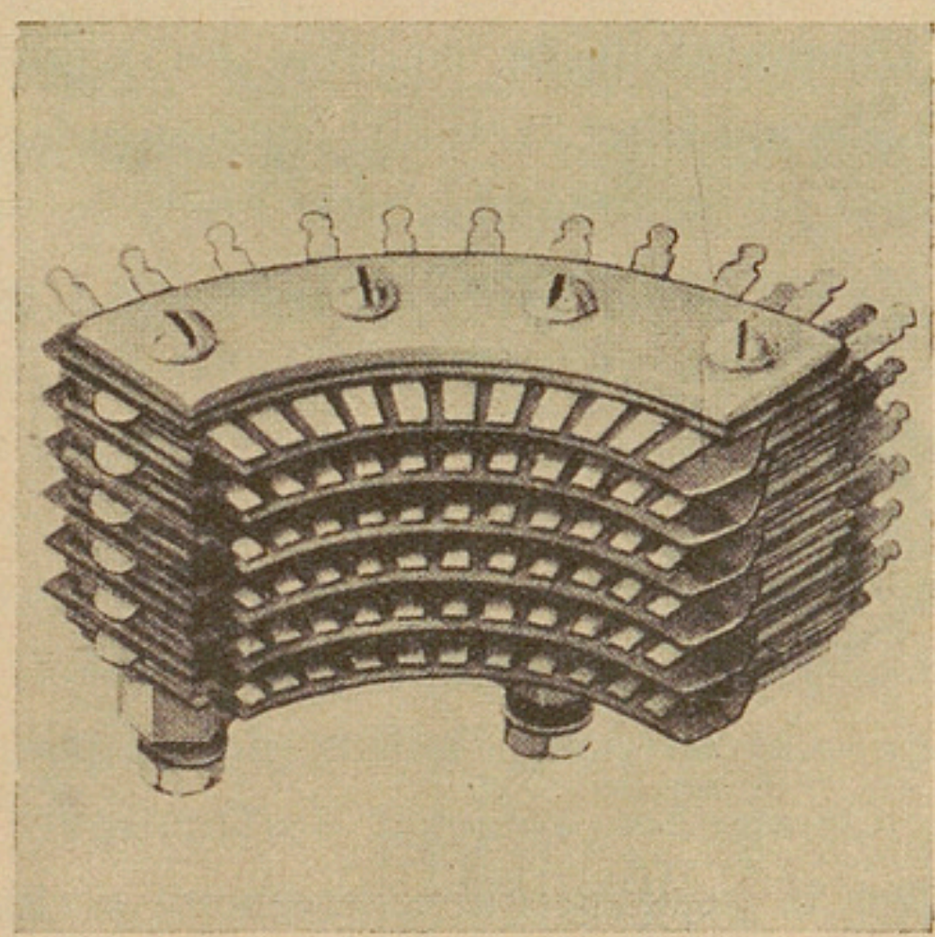


Fig. 4. — Banc fixe du commutateur à 11 directions.

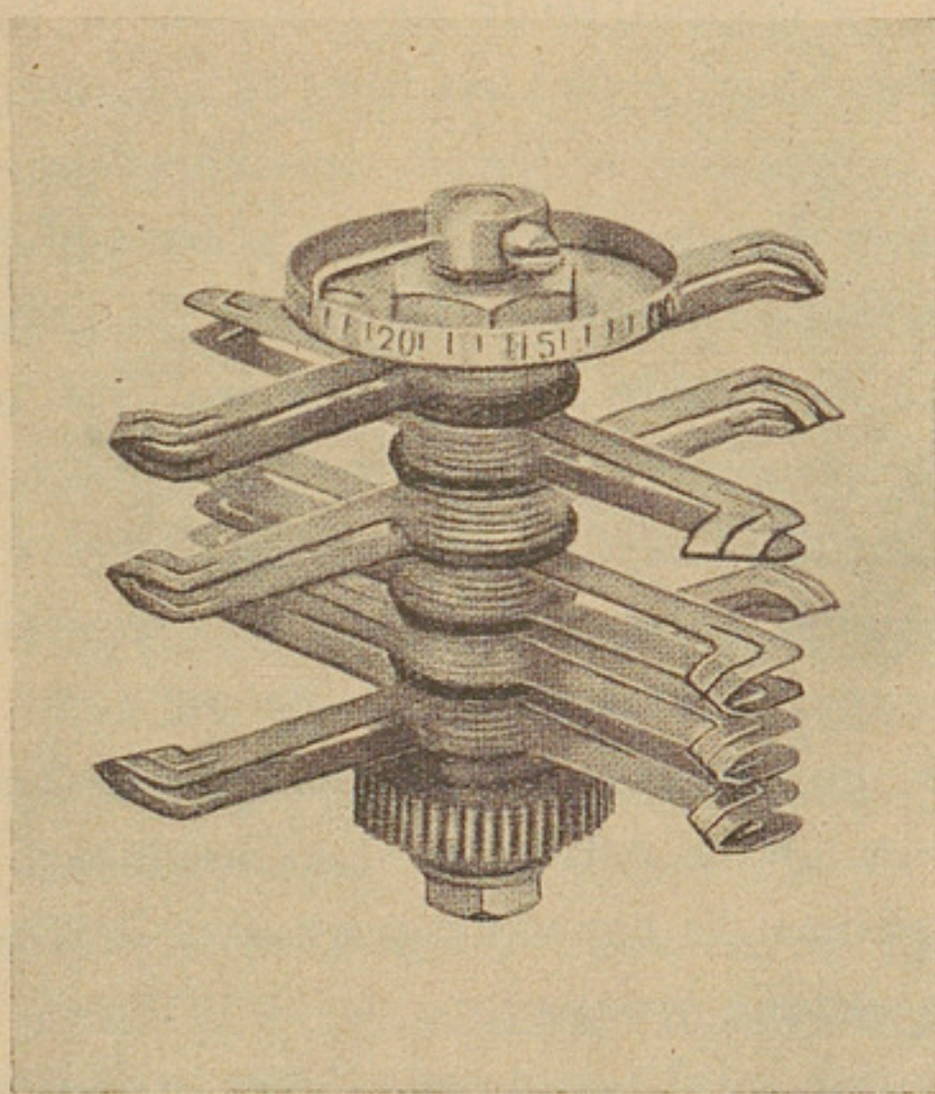


Fig. 5. — Frotteurs du commutateur à 11 directions.

groupe de dix est affecté en commun un même commutateur de contrôle. La ligne auxiliaire n'est portée comme libre et par suite

n'est accessible à un appel que si le sélecteur qui la termine est libre et si le commutateur de contrôle du groupe est libre aussi. Dans ces conditions, lorsque la ligne et le sélecteur sont pris par un appel, le commutateur de contrôle est connecté au sélecteur. Lorsque l'abonné émet le chiffre correspondant à l'étage de sélection considéré, le commutateur de contrôle quitte sa position de repos et, par une rotation commandée « pas à pas » par les impulsions émanant du cadran d'appel de l'abonné, prend la position correspondant au nombre d'impulsions reçues, c'est-à-dire au chiffre composé. Il met alors un potentiel sur les plots représentant sur un arc spécial du banc du sélecteur les lignes du groupe intéressé. En même temps que se met en marche le commutateur de contrôle sous l'action des impulsions, le sélecteur lui-même démarre en rotation automatique, mais ne peut toutefois dépasser la position qui correspond à chaque instant à celle du commutateur de contrôle. Lorsqu'il arrive sur le premier plot caractérisé par le potentiel mis, comme il a été dit plus haut, par le commutateur de contrôle, si l'une des deux lignes correspondant à ce plot est libre, le sélecteur s'arrête et la connexion est opérée par le jeu de frotteurs explorant la ligne libre. Si aucune de ces deux lignes n'est libre, le sélecteur explore en rotation automatique les lignes du groupe et s'arrête sur la première ligne libre qu'il rencontre. S'il n'y a aucune ligne libre dans le groupe, le sélecteur est libéré, ainsi que les sélecteurs précédents jusqu'au groupe de relais d'alimentation, et l'abonné demandeur reçoit le signal d'occupation.

Le rôle du commutateur de contrôle est donc triple :

1° Par le câblage reliant son banc de contacts à ceux des sélecteurs qu'il commande, il détermine dans les bancs des sélecteurs le nombre de groupes de lignes nécessaires et le nombre de lignes à l'intérieur de chaque groupe ;

2° Par la position qu'il prend sous l'effet des impulsions émises par le cadran de l'abonné, il caractérise le groupe correspondant au numéro émis par le cadran ;

3° Il provoque l'arrêt du sélecteur lorsque celui-ci arrive sur le groupe de lignes intéressé et y trouve une ligne libre.

Le commutateur de contrôle est alors libéré et prêt à s'adjoindre de nouveau à un sélecteur libre pris par un autre appel.

Les commutateurs de contrôle des connecteurs fonctionnent de façon analogue, mais enregistrent deux chiffres successivement et mettent le potentiel d'arrêt sur la ligne de l'abonné demandé (fig. 6).

Les connecteurs étant des organes à 51 directions dont les

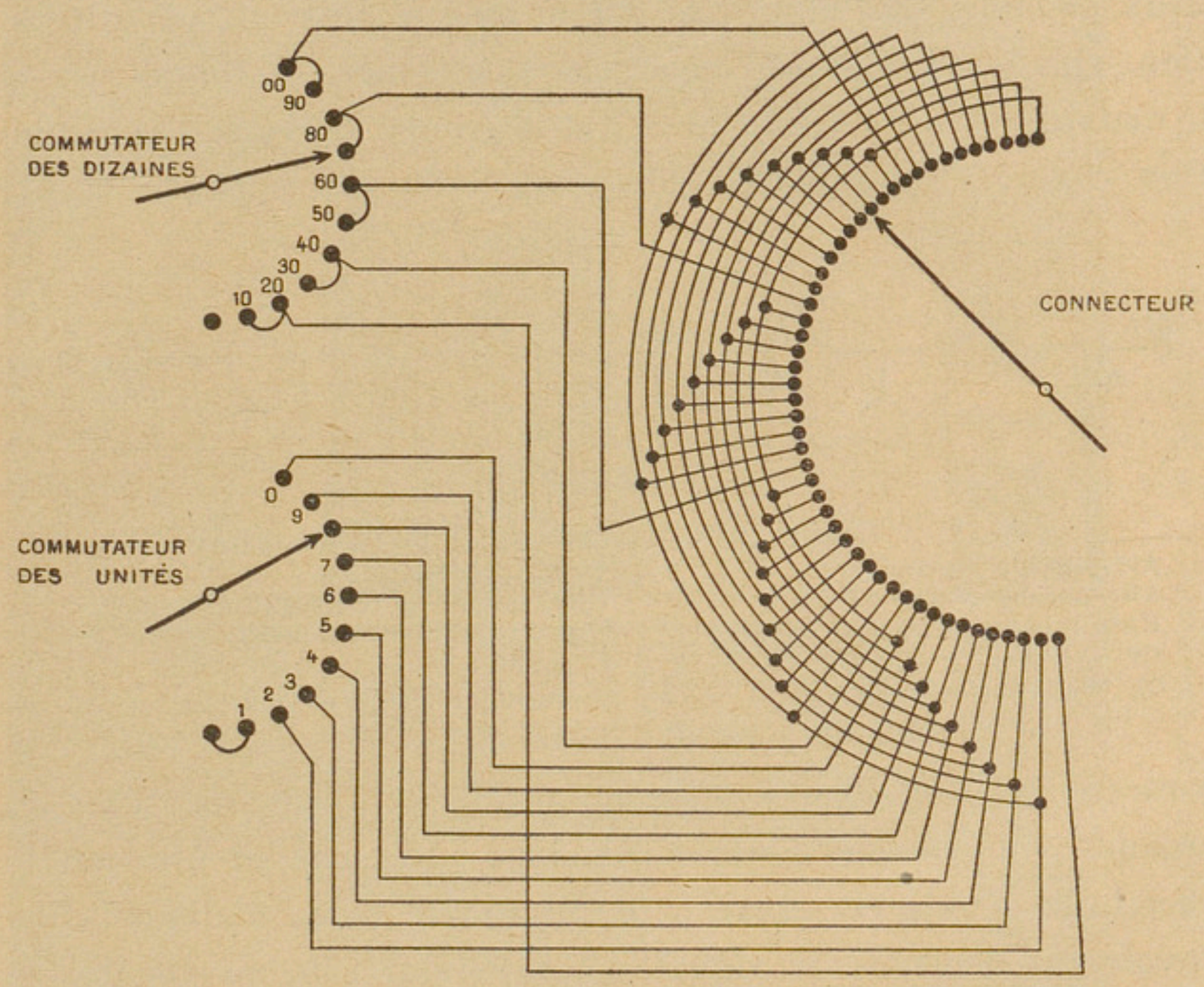


Fig. 6. — Câblage entre un connecteur et son commutateur de contrôle.

bancs sont dédoublés pour desservir 100 abonnés (les deux autres directions servant aux essais), chaque position du connecteur correspond à deux abonnés. Les numéros de ces abonnés ont le même chiffre des unités ; leurs chiffres des dizaines sont deux chiffres consécutifs. Un relais spécial du connecteur met en jeu le groupe de frotteurs qui explore la dizaine dans laquelle se trouve l'abonné recherché.

Les connecteurs donnent, en ce qui concerne les abonnés à plusieurs lignes, les facilités habituellement demandées :

recherche automatique d'une ligne libre et possibilité de laisser aux lignes autres que la première leur individualité propre en vue de permettre leur renvoi pendant la nuit sur un poste supplémentaire déterminé.

Le diagramme de la liaison entre deux abonnés d'un réseau à un seul bureau est indiqué par la figure 7.

Le système R 6 fonctionne sous la tension de 48 volts. Les deux abonnés sont alimentés par le groupe de relais d'alimentation. Quand le demandé raccroche le premier, le connecteur et le deuxième sélecteur sont libérés et le groupe de relais d'alimentation envoie au demandeur le signal d'occupation pour l'inviter

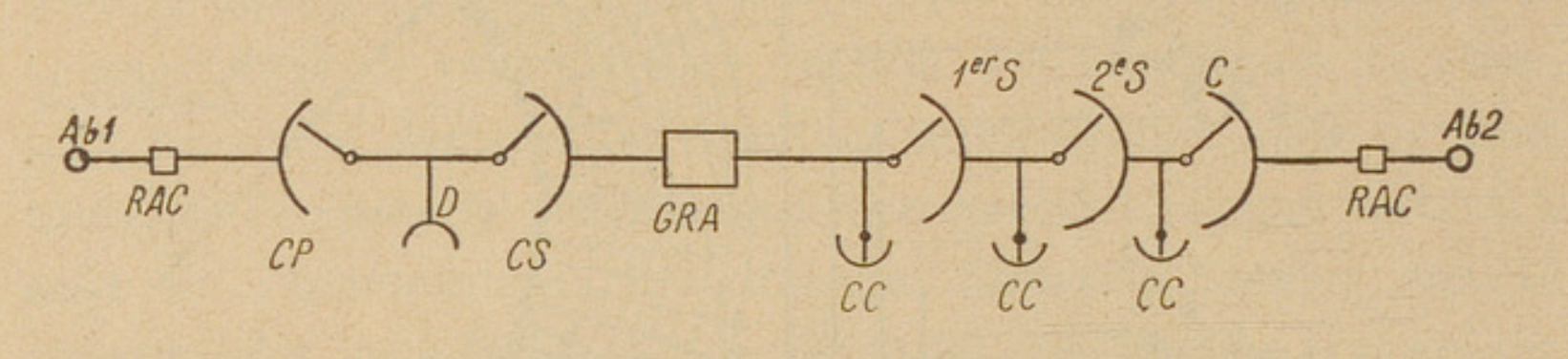


Fig. 7. — Liaison entre deux abonnés d'un même réseau.

Ab1, abonné demandeur ;
Ab2, abonné demandé ;
RAC, relais d'appel et de coupure ;
CP, chercheur primaire ;
CS, chercheur secondaire ;
D, distributeur ;
GRA, groupe de relais d'alimentation ;
1er S, 2e S, 1er et 2e sélecteurs ;
C, connecteur ;
CC, commutateur de contrôle.

à raccrocher. Quand le demandeur raccroche à son tour, tous les organes sont libérés. Si le demandeur raccroche le premier, le chercheur double est libéré et le groupe de relais d'alimentation envoie au demandé le signal d'occupation. Chaque abonné se libère donc en raccrochant son poste et est absolument indépendant de son correspondant. Si le demandeur raccroche alors que le demandé n'a pas encore répondu, tous les organes sont libérés.

Quand un abonné demandé est occupé, le connecteur et le deuxième sélecteur sont libérés, et le demandeur reçoit du groupe de relais d'alimentation le signal d'occupation.

Si un abonné fait une numérotation incomplète, les organes en prise sont libérés au bout d'un temps déterminé et l'abonné reçoit le signal d'occupation. Les fausses manœuvres des abonnés (abonnés tardant à raccrocher, abonnés en faux appel) sont signalées par des lampes au personnel d'entretien. Tout faux appel

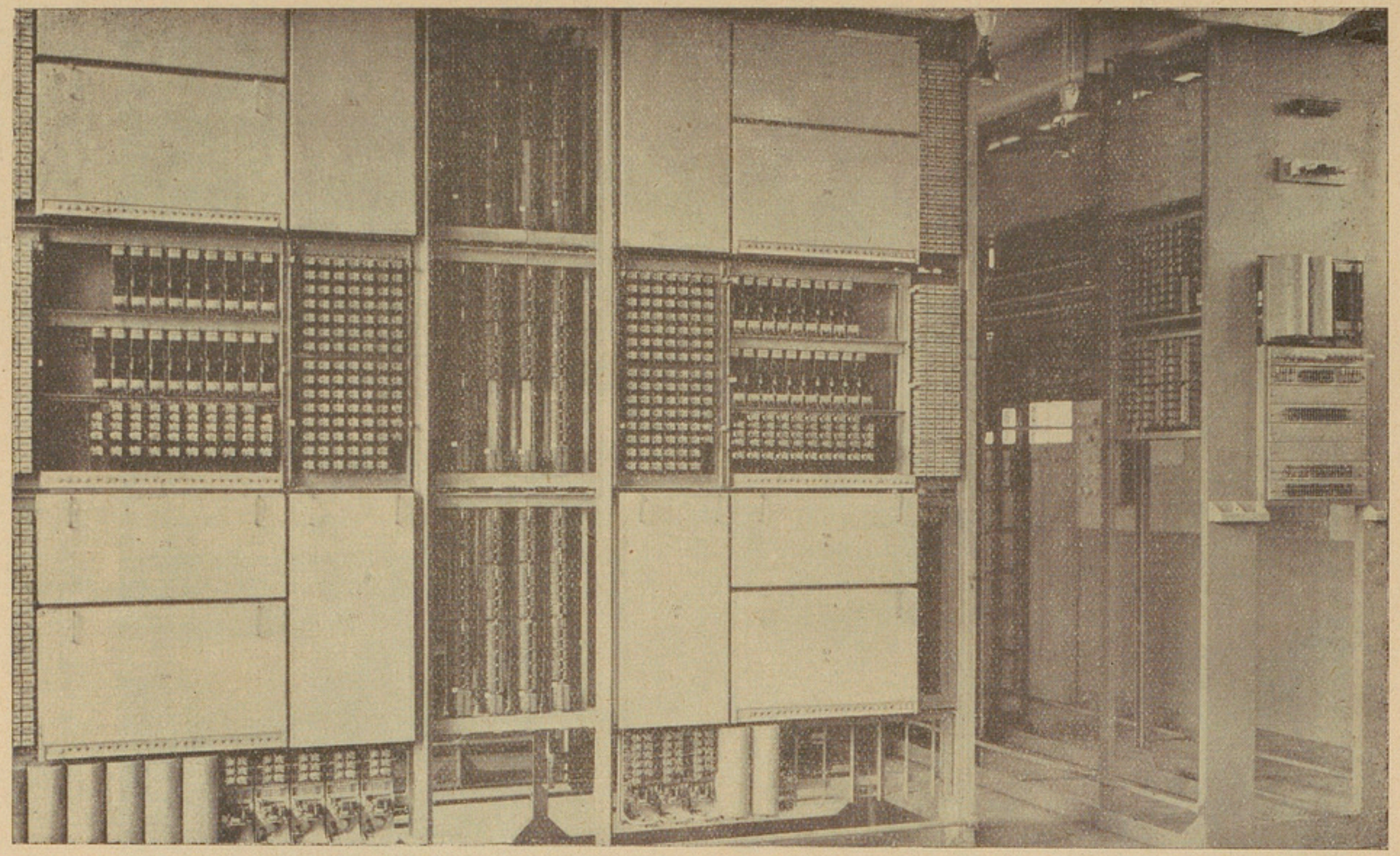


Fig. 8. — Central téléphonique automatique de St-Quentin : bâti de chercheurs et connecteurs.

est d'abord renvoyé sur une position manuelle (table de rensei-

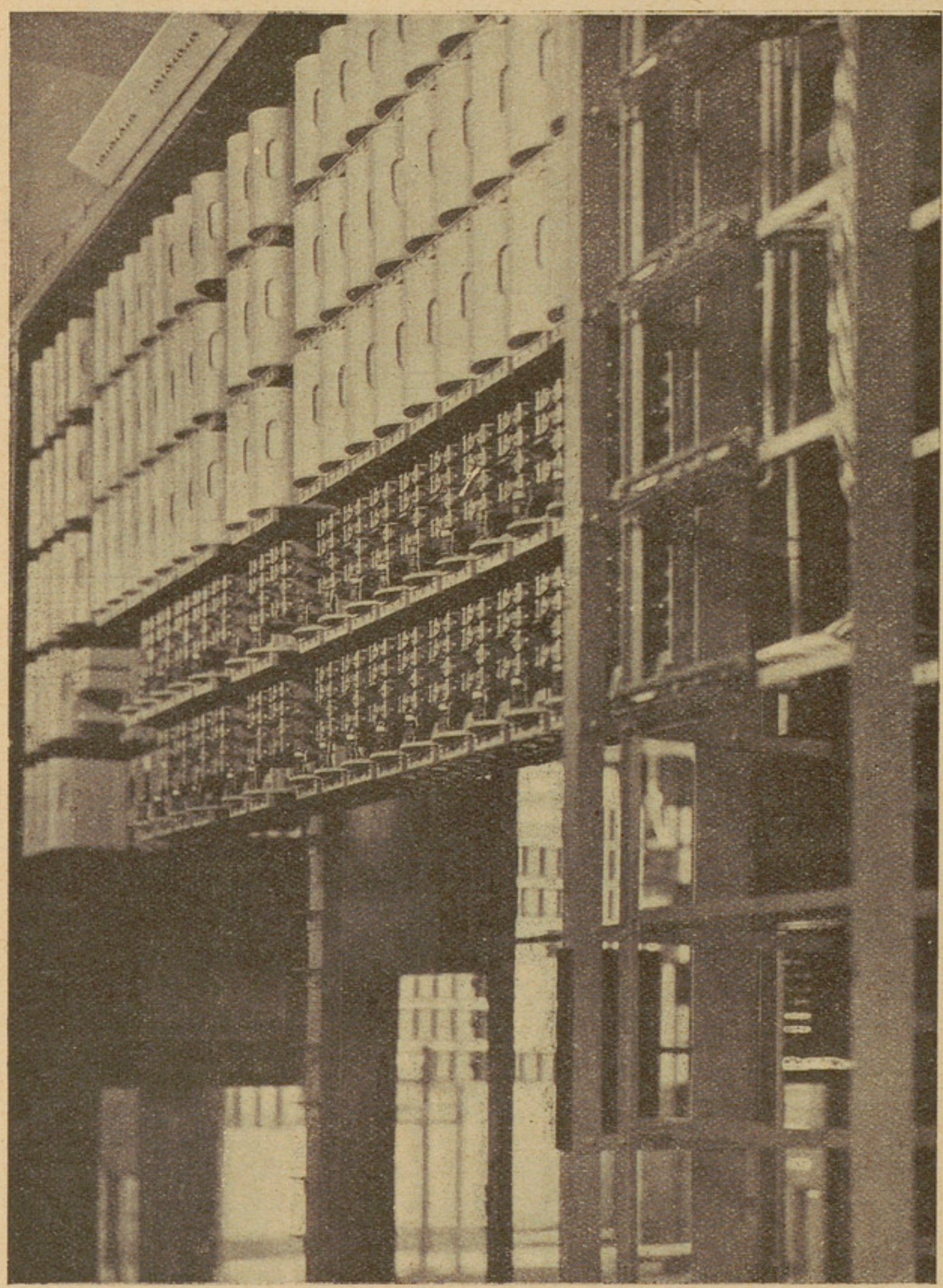


Fig. 9. — Central téléphonique automatique de St-Quentin : bâti des groupes de relais d'alimentation.

gnements, par exemple) et signalé sur cette position par l'allumage d'une lampe. L'opératrice peut ainsi entrer en relation avec l'a-

bonné et, au besoin, lui donner les indications nécessaires pour faire aboutir son appel. Si elle ne trouve personne en ligne, elle libère sa position par la manœuvre d'une clé. Le faux appel est alors marqué par l'allumage d'une lampe sur le bâti de premiers sélecteurs qu'il affecte. Le commutateur de contrôle a été libéré quelques secondes après l'apparition du faux appel.

Il a été réalisé, pour les bureaux équipés en système R 6, des dispositifs automatiques de recherche des abonnés en faux appels et d'essais systématiques des sélecteurs et connecteurs.

Au point de vue de la disposition matérielle, chercheurs, sélecteurs et connecteurs sont disposés en rangées horizontales, portées par des bâtis à double face. Chaque rangée est enfermée, aussi bien du côté extérieur que du côté des câblages, par un capot amovible constituant une protection intéressante contre la poussière et contre l'incendie. Chaque groupe de relais d'alimentation est protégé par un capot commun, du genre des capots des sélecteurs Strowger. Les organes les plus délicats, distributeurs et commutateurs de contrôle, forment chacun, avec leurs relais et leur banc de contacts, un ensemble qui peut être, en cas de dérangement, retiré très aisément du bâti qui le porte et remplacé aussitôt par un ensemble identique en bon état de fonctionnement.

***

On a vu que, dans un sélecteur R 6, c'est le câblage entre le sélecteur et le commutateur de contrôle correspondant qui détermine le nombre de groupes de lignes partant du sélecteur et le nombre de lignes de chaque groupe, le nombre total de lignes étant de 100 (et, au besoin, de 102). On n'est donc pas astreint à une répartition rigide des lignes par la constitution mécanique des appareils comme avec les sélecteurs où les lignes sont réparties par construction sur plusieurs niveaux et où, par exemple, 100 lignes forment obligatoirement 10 groupes de 10 lignes ou 300 lignes 10 groupes de 30. (1)

(1) D'après un article de M. John Wicks, ingénieur aux « Associated electric Laboraties », dans le *Strowger technical Journal* de mars 1932, on a

Si notamment on considère les premiers sélecteurs d'un central dont le nombre d'abonnés ne dépassera pas 4.000, il est possible de diviser les 102 lignes sortantes en cinq groupes, savoir quatre groupes de 22 lignes pour les 4 milliers d'abonnés et un groupe de 12 lignes pour les services spéciaux (demandes de communications interurbaines, dérangements, renseignements, etc...), les deux dernières lignes étant réservées aux essais (fig. 10).

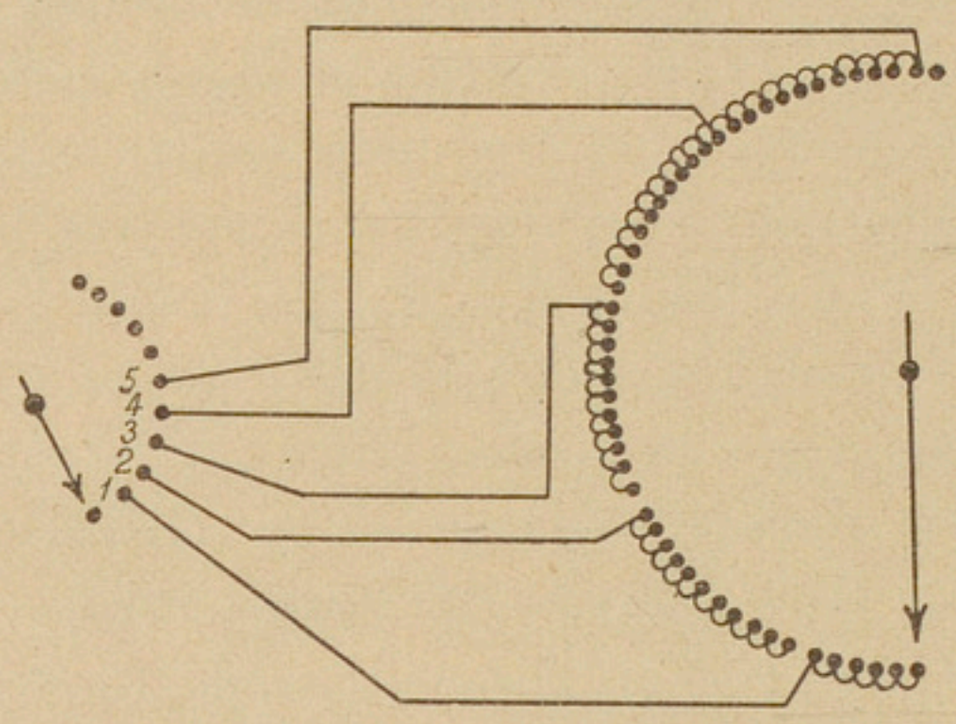


Fig. 10. — Exemple de câblage entre un 1er sélecteur et son commutateur de contrôle.

Le rendement d'une ligne augmentant en même temps que l'importance du faisceau dont elle fait partie, les lignes condui-

---

cherché à augmenter à cet égard la souplesse du sélecteur Strowger en le munissant des circuits électriques nécessaires pour permettre la division des 100 lignes qui lui sont normalement raccordées en groupes inégaux et la répartition des lignes des niveaux inutilisés sur les niveaux qui ont besoin de plus de 10 lignes.

Par exemple, s'il faut 16 lignes dans le groupe qui correspond au chiffre 1, 8 dans celui du chiffre 2, etc..., on affectera au groupe 1 les 10 lignes du 1er niveau et les 6 premières lignes du second ; le groupe 2 comprendra les 4 dernières lignes du 2e niveau et les 4 premières du troisième et ainsi de suite.

Alors si, lorsqu'un abonné envoie le chiffre 1, toutes les lignes du 1er niveau sont occupées, l'électro d'ascension reçoit automatiquement une impulsion supplémentaire avant toute rotation et les frotteurs montent au niveau 2 où ils explorent les 6 premières lignes. Lorsqu'un abonné envoie le chiffre 2, le sélecteur monte au 2e niveau ; si alors il existe une ligne libre du groupe 2 dans ce niveau, le sélecteur part en rotation automatique, passe sans pouvoir s'y arrêter devant les 6 premières lignes, qui appartiennent au groupe 1 et va explorer les 4 dernières ; si les 4 dernières lignes du niveau 2 sont occupées, le sélecteur fait automatiquement un pas supplémentaire d'ascension et explore les 4 premières lignes du 3e niveau.

sant aux sélecteurs de centaine auront donc le meilleur rendement compatible avec le fait que les premiers sélecteurs utilisés sont à 100 directions et avec le nombre de groupes de lignes nécessaires étant donné la capacité à prévoir pour le central. Comme conséquence, le nombre de lignes et de seconds sélecteurs sera moindre qu'avec un type de premier sélecteur à 100 directions à subdivision déterminée par construction. En outre, cette propriété des sélecteurs R 6 permet, dans tous les cas, d'utiliser effectivement toutes les directions dont est capable le premier sélecteur, ce qui ne peut avoir lieu quand on emploie des sélecteurs à répartition fixe des lignes, lorsque le nombre de groupes de lignes utiles est inférieur à celui des groupes imposé par la constitution matérielle de l'appareil. Enfin une autre caractéristique intéressante, qui résulte du fait que les groupes de lignes ne sont pas prédéterminés, est la possibilité d'affecter à chaque groupe un nombre de lignes variable suivant le groupe selon l'importance du trafic que ce groupe aura à écouler. Dans l'exemple précédent, on a supposé que quatre groupes ont 22 lignes et le cinquième 12 seulement ; mais on peut aussi adopter des capacités différentes pour les quatre premiers, par exemple 28, 24, 20 et 16 lignes, et plus généralement toute combinaison de quatre nombres pairs de lignes (à cause du dédoublement des bancs) dont la somme serait 88.

Les connexions entre les bancs des commutateurs de contrôle et les bancs des sélecteurs passent par un *bloc de répartition* qui permet de modifier aisément, au besoin, la distribution primitive des groupes de lignes et l'importance de chaque groupe.

Sur les sélecteurs de centaines, on rencontre généralement 10 groupes de 10 lignes ; mais, si le millier est incomplet, on peut, au besoin, adopter une autre répartition. Les connecteurs échappent également à l'obligation d'une répartition rigide, et cela permet d'affecter à un même abonné un nombre de lignes quelconque.

***

Pour l'établissement des communications interurbaines, on utilise, dans les centraux R 6 des réseaux à bureau unique, le

multiplage devant les opératrices d'un certain nombre de lignes d'appel par centaine d'abonnés. Chaque ligne d'appel aboutit à un connecteur mixte qui peut servir indifféremment au trafic urbain ou interurbain. L'opératrice n'a donc qu'à composer les deux derniers chiffres du numéro de l'abonné. Quand un connecteur est pris par l'interurbain, un groupe de relais affecté à la ligne d'appel complète le schéma électrique de ce connecteur, en vue de permettre de traiter la communication selon les règles habituelles de l'exploitation interurbaine : préparation, blocage de l'abonné, sonnerie à la commande de l'opératrice, possibilité de rappel, possibilité de prendre l'abonné s'il est occupé par une communication urbaine, de lui offrir la communication interurbaine et au besoin de couper la première. Si l'abonné est pris par une communication interurbaine, l'opératrice, dès quelle a composé les deux chiffres, entend directement le signal d'occupation dans son récepteur.

Tout autre mode d'appel à partir de l'interurbain est naturellement possible aussi.

***

Pour les grands réseaux à plusieurs bureaux, le système R 6 conserve les caractéristiques générales indiquées ci-dessus, auxquelles viennent s'ajouter des dispositions spéciales au cas des communications entre bureaux. Il peut également comporter des *enregistreurs*.

Les enregistreurs R 6 sont constitués par des commutateurs rotatifs de même type que les commutateurs de contrôle, en nombre variable suivant le nombre de chiffres des numéros d'abonnés. Ces commutateurs rotatifs sont destinés à enregistrer les impulsions venant du poste d'abonné et à contrôler l'envoi des impulsions correspondantes vers les différents étages de sélection, ces impulsions étant émises par des cames entraînées par un petit moteur. L'enregistreur vient se substituer, sur le diagramme de jonction, au commutateur de contrôle de premier sélecteur, joue le rôle de ce dernier organe vis à vis du premier sélecteur

et envoie ensuite les impulsions vers les commutateurs de contrôle des autres étages de sélection. Eventuellement, il peut répéter un ou deux chiffres vers l'étage suivant, permettant ainsi le passage d'une communication par un ou deux bureaux tandem sans augmenter le nombre de chiffres des numéros d'abonnés pour tenir compte de l'étage ou des étages supplémentaires de sélection ainsi introduits. Cette dernière disposition permet éventuellement une meilleure utilisation du réseau des lignes auxiliaires entre bureaux.

La présence des enregistreurs, en rendant la sélection indépendante de la manœuvre du cadran d'appel de l'abonné, permet d'admettre une durée plus grande de la sélection, l'enregistreur étant conçu pour n'émettre les impulsions correspondant à un étage de sélection que lorsque la sélection est complètement terminée sur l'étage précédent. Cette disposition, qui a donné la possibilité de répéter certains chiffres, a permis en outre d'éviter l'obligation de donner aux sélecteurs une position de repos. Ainsi un sélecteur se comporte simplement comme un chercheur et explore son banc de contacts jusqu'à ce qu'il ait trouvé une ligne libre dans le groupe marqué par le commutateur de contrôle. Il en résulte, en fait une simplification d'équipement à la fois pour les sélecteurs et pour les commutateurs de contrôle.

Le rôle des groupes de relais d'alimentation est évidemment modifié dans le cas des réseaux à plusieurs bureaux, chacun des bureaux alimentant l'abonné qu'il dessert. Une ligne auxiliaire entre deux bureaux comporte un groupe de relais au départ et à l'arrivée, et l'envoi du courant d'appel est commandé par le groupe de relais d'arrivée.

Eventuellement, il est possible d'utiliser des sélecteurs à 200 directions par doublement des bancs de contacts de sélecteurs ordinaires. Ces sélecteurs peuvent trouver leur emploi dans les réseaux à plusieurs bureaux, où ils fonctionnent successivement comme premiers sélecteurs et comme sélecteurs de mille locaux.

Dans le cas où il est nécessaire de prévoir une taxation automatique tenant compte à la fois de la distance entre les bureaux du demandeur et du demandé et de la durée de la conversation,

il est possible d'adjoindre, soit aux enregistreurs, soit aux lignes auxiliaires vers les différentes directions, les dispositifs nécessaires pour commander l'enregistrement du nombre voulu d'unités de conversation par le compteur du demandeur.

Le système R 6 trouve donc sa place dans les réseaux à bureau unique, dans les grands réseaux à plusieurs bureaux et dans ceux, d'importance variable, entre lesquels peut être envisagé dans des conditions avantageuses l'exploitation « automatique intégrale », c'est à dire l'interconnexion d'abonné à abonné de réseaux différents sans intervention d'opératrice.

DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT A DIVERSES FRÉQUENCES, A L'AIDE D'UNE SIRÈNE PHOTO-ÉLECTRIQUE, [1]

par W. SCHÆFFER et G. LUBSZINSKY, Berlin.

Dans la technique de la radiodiffusion, la détermination des caractéristiques de fonctionnement à diverses fréquences a une grande importance. Elle doit être effectuée régulièrement dans les conditions du service et d'une manière aussi commode et aussi simple que possible. La partie essentielle de l'appareil employé pour ces mesures est la sirène photo-électrique. Jusqu'ici, on employait comme sources de courant de fréquence audible, soit de simples oscillateurs à lampes, soit des oscillateurs hétérodynes.

Les appareils de la première catégorie sont simples, mais les circuits oscillants pour les basses fréquences, de 30 à 50 p : s, sont difficiles à réaliser. De plus, il est difficile de réaliser une variation continue de la fréquence entre 30 et 10.000 p : s, de façon à ce que la tension reste constante dans toute la bande de fréquences considérée.

La deuxième méthode, dans laquelle la fréquence audible résulte d'un battement, exige des connexions un peu plus compliquées. Des appareils de ce genre ont déjà été employés avec succès, mais il serait très souhaitable d'avoir à sa disposition pour les mesures industrielles un appareil plus simple, dont même un profane pût se servir sans difficulté.

C'est pourquoi, d'après l'expérience acquise dans la phototélégraphie, on a réalisé une source de courants de fréquence acoustique d'un type particulier. Le schéma de cet appareil

---

1. Traduction d'un article paru dans l'*Elektrische Nachrichtentechnik* (mai 1931).

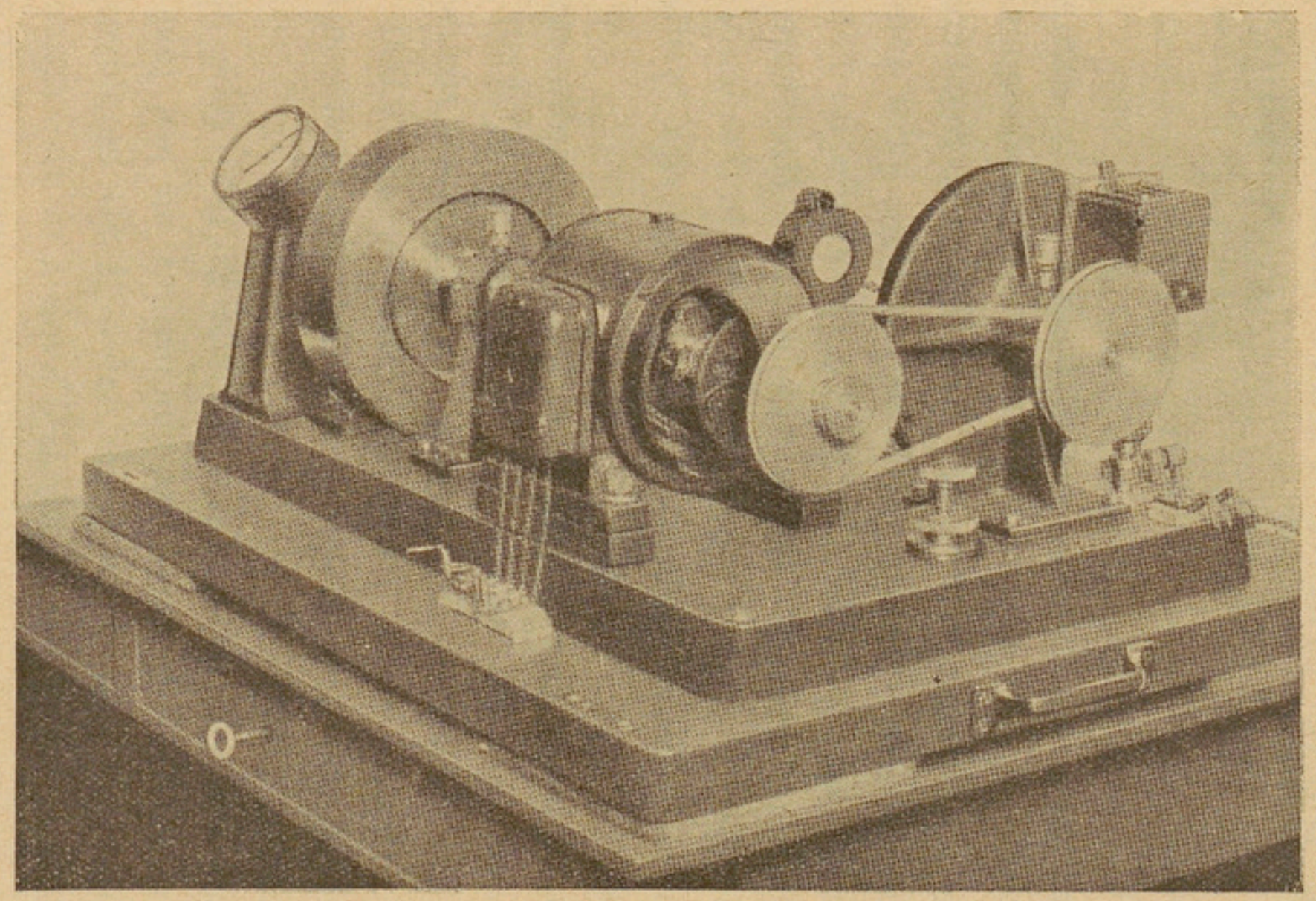


Fig. 1. — La sirène photo-électrique.

est représenté sur la figure 1-a. « 1 » est une lampe à incandescence dont la lumière tombe sur une cellule photo-électrique « 2 ». Lorsque le faisceau de lumière est périodiquement interrompu à l'aide d'un disque perforé entraîné par un moteur shunt, la résistance de la cellule varie périodiquement et il en résulte une

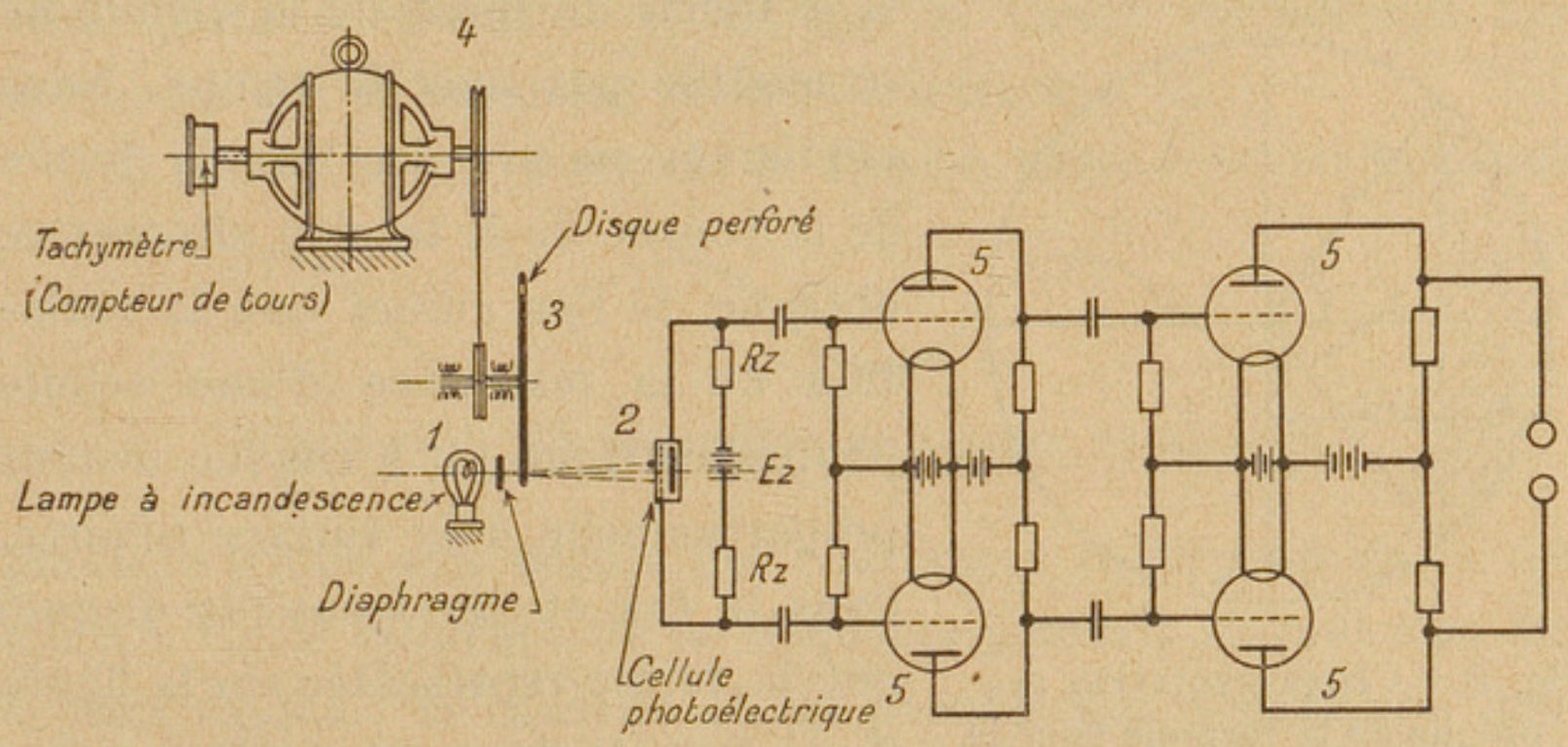


Fig. 1-*a*. — Schéma de montage de la sirène photo-électrique et de son amplificateur.

variation de même fréquence de l'intensité du courant dans la cellule. Ces variations de l'intensité du courant engendrent des variations de la tension aux bornes des deux résistances R_z. Ces tensions doivent être amplifiées. E_z est une source d'énergie électrique qui alimente la cellule. « 5 » sont les quatre triodes. Le montage symétrique est nécessaire, à cause de la faible ten-

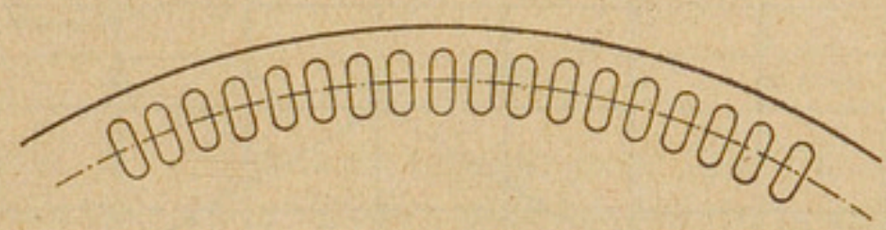


Fig. 2. — Forme des trous du disque.

sion aux bornes de la cellule photoélectrique, pour éviter les perturbations d'origine extérieure.

Si le disque perforé a, par exemple, 120 trous, on aurait une fréquence de 120 p : s si le disque tournait avec une vitesse d'un tour à la seconde. Donc, aux fréquences de 30 à 10.000 p : s correspondent des vitesses de 15 à 5.000 tours à la minute du disque

perforé. On réalise la vitesse de rotation désirée en réglant la tension d'excitation du moteur et en utilisant de plus deux transmissions par courroie différentes entre le moteur et le disque. La fréquence peut alors être lue immédiatement sur un tachymètre.

La tension est constante, indépendante de la fréquence, si le fonctionnement de la cellule ne se modifie pas avec le temps. Nous étudierons en premier lieu la forme de la courbe de la tension alternative obtenue. Si l'on admet que la variation de la résistance d'une cellule photo-électrique est à chaque instant proportionnelle à la surface éclairée, dans le cas où les trous (du disque) ont la forme représentée sur la figure 2, si leur largeur est égale au diamètre du faisceau lumineux, la variation de la résistance est donnée par le calcul suivant. Désignons par F la section du faisceau lumineux passant par le trou ; on a, d'après la figure 3 :

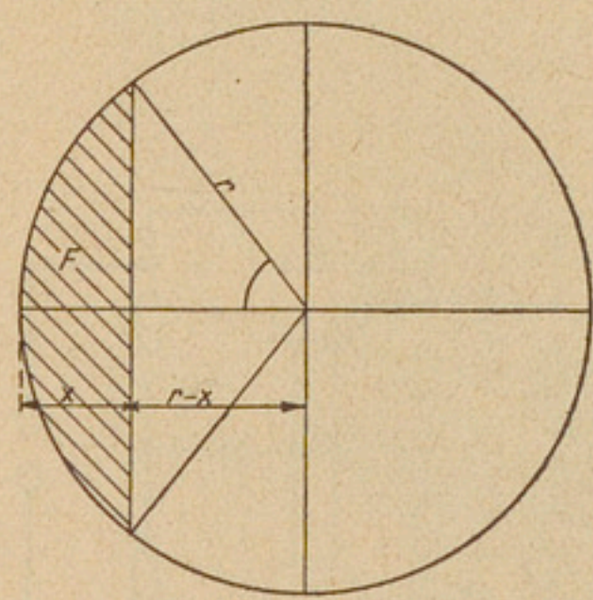


Fig. 3. — Représentation graphique de la formule pour le calcul de l'ouverture du diaphragme.

$$F = r^2 \text{ arc cos } \frac{r - x}{r} - \frac{1}{2} \sqrt{r^2 - (r - x)^2}\,(r - x).$$

La figure 4 montre qu'on n'aurait pas du tout, dans ce cas, une

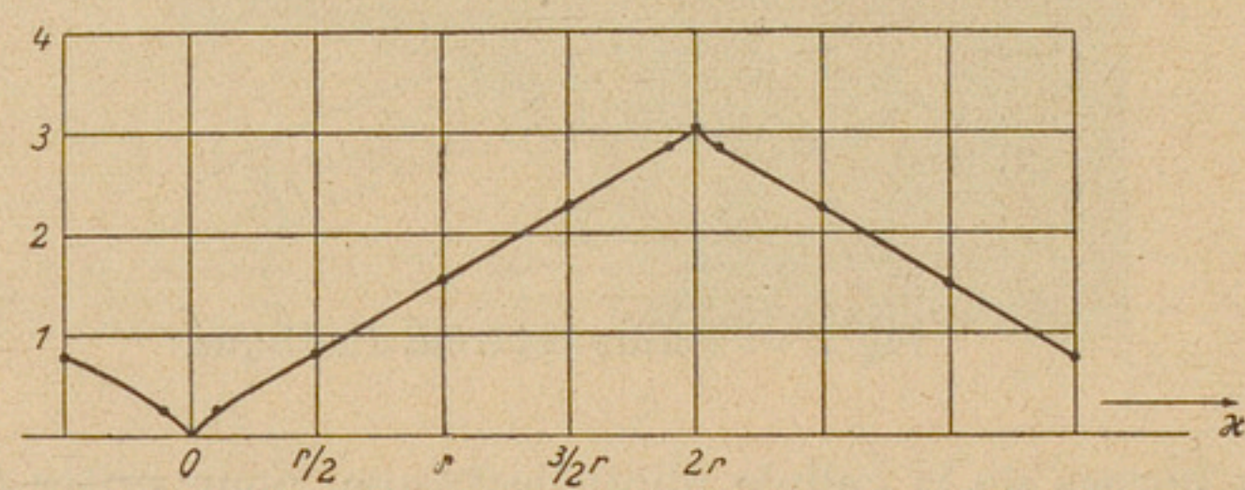


Fig. 4. — Représentation graphique de la fonction déterminée par la figure 3.

courbe de forme sinusoïdale. Mais les mesures effectuées à l'aide d'un pont pour la mesure du coefficient de distorsion non-linéaire, ainsi que les observations à l'aide d'un oscillographe, ont

montré que, lorsque la largeur des trous du disque est légèrement supérieure à l'ouverture du diaphragme, on obtient très approximativement une sinusoïde, ce qui s'explique probablement par la diffraction de la lumière (sur les bords des trous et du diaphragme).

On a trouvé que les écarts entre la courbe et une sinusoïde parfaite étaient si petits, que la valeur efficace des harmoniques qui en résultent était inférieure à 4 %.

Il restait à voir comment la tension engendrée par la cellule

Fig. 4-*a*. — Oscillogramme de tension de la sirène.

photoélectrique aux bornes des résistances R_z dépend de la fréquence. Cette influence de la fréquence pourrait surtout être due à deux causes : la capacité et les phénomènes d'ionisation dans la cellule remplie de gaz.

L'impédance due à la capacité de la cellule doit être grande par rapport aux résistances R_z, même pour 10.000 p : s, pour que

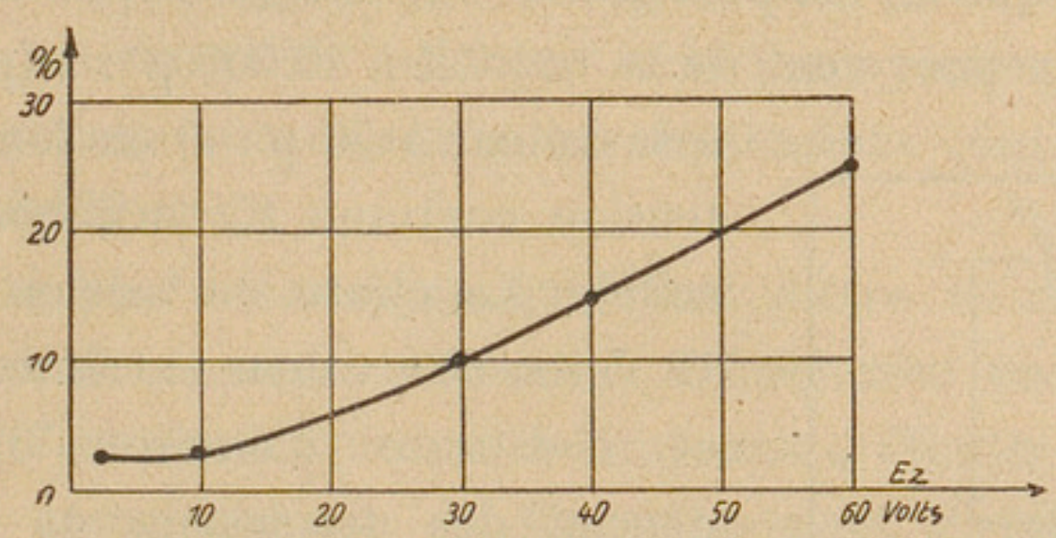


Fig. 5. — Chute de tension pour 10000 p : s
en fonction de la tension aux bornes de la cellule.

la tension aux bornes de R_z ne baisse pas. Des essais ont montré que R_z ne devait pas dépasser 40.000 ohms. C'est pourquoi, pour avoir un fonctionnement indépendant de la fréquence, le rendement de la cellule, dont la résistance interne est de 10^7 à 10^8 ohms, doit être notablement diminué.

Le deuxième défaut de la cellule est la nécessité de la remplir avec du gaz pour réaliser la sensibilité nécessaire. Lorsqu'on mesure, à l'aide d'un voltmètre à lampes, les tensions correspondant aux

fréquences de 50 à 10.000 p : s, on constate que, pour les tensions continues E_z appliquées aux bornes de la cellule supérieures à 12 volts, les tensions alternatives diminuent d'autant plus avec

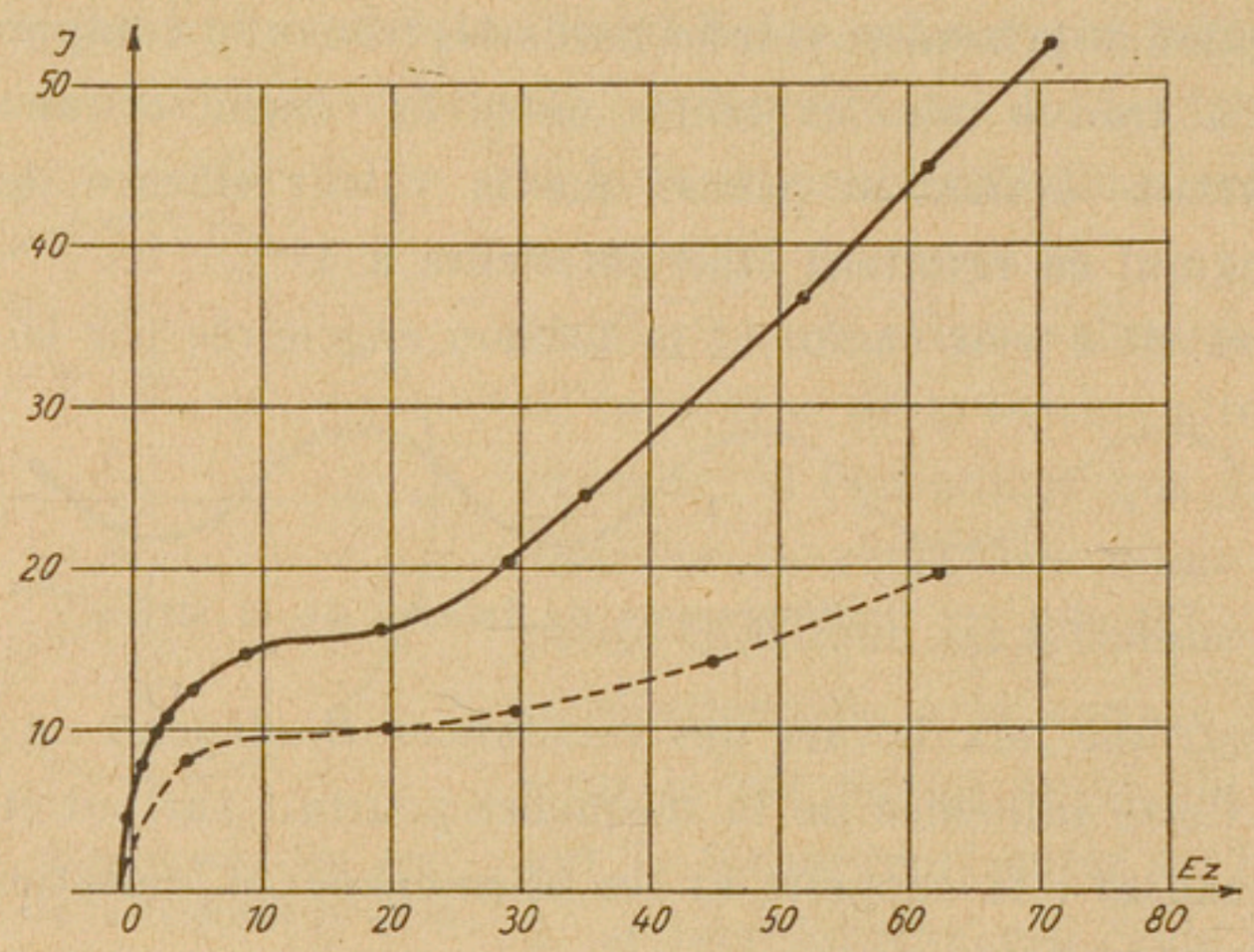


Fig. 6. — Intensité du courant dans la cellule en fonction de la tension à ses bornes.

la fréquence que E_z est plus grand. Sur la figure 5, on a représenté la diminution pour cent de la tension à 10.000 p : s (par rapport à sa valeur à 50 p : s) en fonction de la tension continue E_z aux bornes de la cellule. La chute de tension a, jusqu'à 12 volts, une valeur extrêmement faible et constante d'environ 3 %. Elle dépend des dimensions de l'amplificateur.

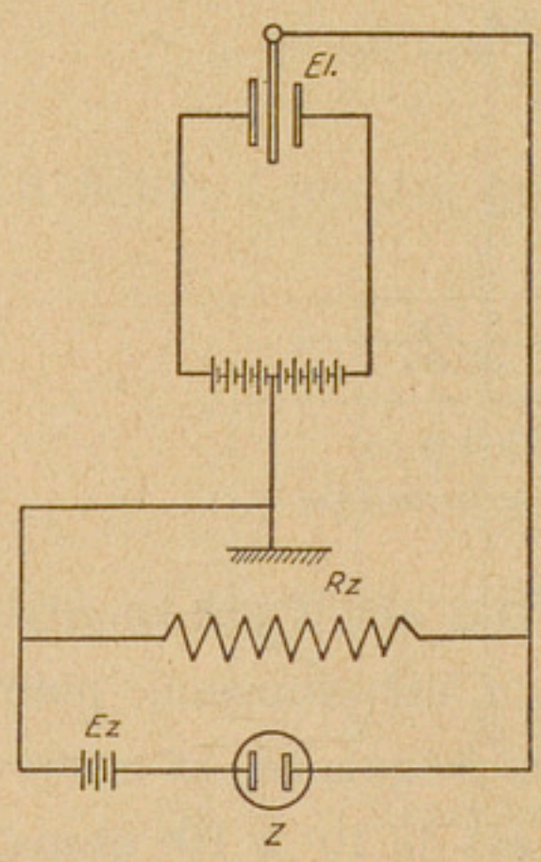


Fig. 7. — Montage pour la mesure de l'intensité du courant dans la cellule.

Comme on supposait que la forme de la courbe représentée sur la figure 5 était due surtout aux phénomènes d'ionisation à l'intérieur de la cellule, on a relevé l'intensité du courant dans la cellule en fonction de la tension aux bornes de la cellule. Le schéma du montage employé pour effectuer ces mesures est représenté sur la figure 7. Ici, Z est une cellule photoélectrique

normale qu'on trouve dans le commerce ; El, un électromètre à fil de torsion ; et E_z, la tension aux bornes de la cellule. La courbe est représentée à une échelle arbitraire sur la figure 6. On voit que les lois de la variation de l'intensité du courant dans la cellule en fonction de la tension aux bornes de la cellule diffèrent complètement pour les tensions de 0 à 12 volts et pour les tensions supérieures à 12 volts. Le point d'inflexion de la courbe correspondant à environ 12 volts montre qu'au delà de cette tension il se produit dans la cellule un phénomène tout à fait nouveau, qui est dû à l'ionisation du gaz résiduel dans la cellule. En tout cas, le point d'inflexion de la courbe de la figure 6 correspond bien au coude de la courbe de la figure 5. Lorsqu'on inverse la tension appliquée aux bornes de la cellule, on obtient une courbe tout à fait analogue (la courbe en pointillé de la figure 6, à plus grande échelle), ce qui montre que la grille de la cellule (anode) est aussi sensible à la lumière.

On a effectué d'autres essais [1] pour déterminer l'influence de la nature du gaz emplissant la cellule sur la variation du rendement avec la fréquence. Ces essais montrent qu'on peut réaliser des cellules pouvant être utilisées sans inconvénients pour les hautes fréquences, même dans le cas de tensions continues atteignant environ 80 volts.

La sirène photo-électrique qui vient d'être décrite permet, comme les autres sources de courant à fréquence audible, d'appliquer les différentes fréquences à l'appareil à étudier et de relever ainsi la caractéristique de fonctionnement de cet appareil aux diverses fréquences. La fréquence est alors lue directement sur le tachymètre du moteur. Pourtant la méthode suivante est beaucoup plus commode et mieux appropriée aux mesures industrielles.

On fait tourner le moteur d'entraînement, muni d'un volant, à la vitesse maximum ; on coupe ensuite le courant de façon à ce que le moteur ralentisse progressivement sa marche. Il en ré-

---

1. Fritz Schröter, Günther Lubszynsky, *Untersuchungen zur Frage der Trâgheit gasgefâllter Photozellen* (*Physikalische Zeitschrift*, 1930).

sulte une variation progressive de la fréquence. On fait cet essai deux fois de suite, le premier essai correspondant aux fréquences de 10.000 à 500 p : s, et le deuxième aux fréquences de 1.000 à 50 p : s. Pour enregistrer d'une manière continue les résultats, on emploie un dispositif d'enregistrement automatique. Ce dispositif d'enregistrement comprend un milliampèremètre à cadre mobile (de 0 à 10 milliampères) et un redresseur du type « audion » (ayant au repos un faible courant anodique). On obtient ainsi une courbe d'étalonnage presque rectiligne de l'appareil de mesure.

Pour pouvoir déterminer les valeurs numériques correspondant à ces courbes, il est désirable de marquer sur la courbe,

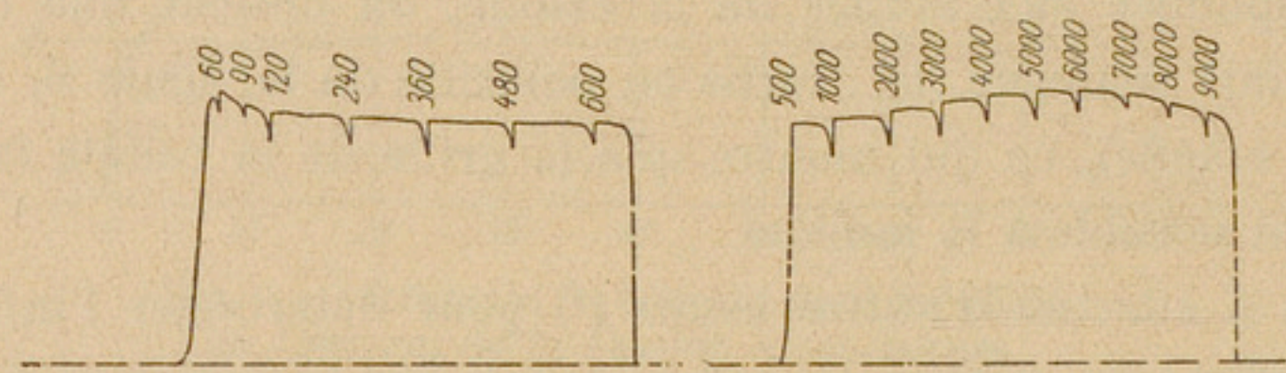


Fig. 8. — Caractéristique de la tension électrique produite par la sirène, en fonction de la fréquence.

des repères correspondant à des fréquences déterminées. Lorsque la courbe est enregistrée dans le local où se trouve la source du courant alternatif (la sirène photo-électrique), on peut marquer directement à la main les repères correspondant aux indications du tachymètre sur la bande de papier, qui se déplace assez lentement (12 centimètres à la minute). Mais des repères de ce genre peuvent être marqués automatiquement en coupant le courant qui alimente la source lumineuse. Ce courant est coupé directement par le tachymètre pour des fréquences déterminées. Lorsque l'éclairage est interrompu, la tension fournie par l'appareil diminue pendant un temps très court et la courbe obtenue présente des coupures. La figure 8 montre l'allure d'une telle courbe. Au lieu de couper le courant d'éclairage, on peut aussi interrompre le courant fourni par l'appareil. Dans les deux cas, la courbe a le même aspect.

Ce procédé permet d'effectuer les mesures lorsque la source

du courant et l'appareil enregistreur se trouvent dans des locaux différents. Pendant la mesure, les opérateurs n'ont pas besoin de communiquer entre eux : il suffit qu'ils aient fixé le moment où commencent les mesures. Cela permet d'effectuer les essais de toute une installation de radiodiffusion à partir des bornes d'entrée de l'amplificateur du microphone, en passant par la ligne et les répéteurs de ligne et finalement par l'appareil de contrôle se trouvant immédiatement avant l'antenne ; c'est là qu'on connecte l'appareil enregistreur. Une telle mesure peut être effectuée en moins de 5 minutes ; la courbe obtenue permet de se rendre compte du fonctionnement de l'ensemble de l'installation ; lorsque le résultat n'est pas satisfaisant, on localise facilement le défaut en répétant la mesure et en connectant l'appareil enregistreur en différents endroits.

INFORMATIONS.

Améliorations apportées depuis quelques mois dans le service téléphonique au Maroc. — L'office des Postes et Télégraphes du Maroc a réalisé depuis quelques mois de nombreuses améliorations dans le service téléphonique, qu'il nous paraît intéressant de signaler à nos lecteurs.

1° Entre Casablanca et Rabat, un câble téléphonique souterrain de 94 kilomètres, fabriqué et mis en place par la Société des lignes télégraphiques et téléphoniques nord-africaines, a été mis en service en avril dernier. Ce câble comporte 59 quartes combinables en cuivre de 12 /10 de millimètre et deux paires, sous écran métallique, en cuivre de 13 /10 pour la radiodiffusion. Il permet l'utilisation de 144 circuits (33 circuits à 4 fils, et 111 circuits à 2 fils, sur lesquels 66 circuits sont utilisés pour la liaison automatique Casablanca—Rabat dont nous parlerons plus loin).

2° A Casablanca, un central automatique du système R6 de la Compagnie Thomson-Houston a été mis en service le 6 mars. Cet auto-commutateur, équipé actuellement pour 6.000 abonnés, peut être porté à la capacité de 10.000.

A Fez-Ville-Nouvelle et à Fez-Batha, deux automatiques du même type ont été mis en service le 19 juin. Ces deux centraux sont respectivement équipés à 1.500 et 1.000 abonnés, avec possibilité d'extension à 2.000. Le central interurbain est installé à Fez-Ville-Nouvelle.

Tous les bureaux de quelque importance ont été reliés avec appel par cadran à ces autocommutateurs, comme ils l'ont été à celui de Rabat, équipé en Strowger pour 2.000 abonnés, ce qui permet aux opératrices de ces bureaux d'obtenir directement les abonnés de Casablanca ou de Fez.

3° Entre Rabat et Fez, une liaison téléphonique par courants porteurs (système D-1 de la société Le Matériel téléphonique) avait

été réalisée en 1930. Cette liaison ayant donné d'excellents résultats, deux autres systèmes D-1 ont été installés : l'un entre Rabat et Fez (195 kilomètres), l'autre entre Rabat et Meknès (134 kilomètres).

L'utilisation de ces systèmes est en projet sur d'autres communications.

Pour fixer l'ordre de grandeur de l'économie réalisée, notons que les circuits par courants porteurs Rabat—Fez ont coûté environ 260.000 francs, alors que le circuit métallique qu'il aurait fallu construire aurait coûté près d'un million.

4° Afin de donner à l'exploitation d'excellents circuits pour le trafic téléphonique avec l'Algérie, deux relais amplificateurs « LMT » ont été installés, l'un à Fez-Ville-Nouvelle, l'autre à Oudjda, afin de permettre la réalisation de la liaison directe de Casablanca ou Rabat avec Oran et Alger.

5° Un répéteur a été mis en service à Meknès, Bientôt, d'autres répéteurs seront installés à Marrakech et à Mogador.

6° Six automatiques ruraux ou suburbains ont été mis en service.

7° De nombreux postes de secours ont été installés sur les principales routes du Maroc et donnent toute satisfaction aux usagers de la route, touristes et transporteurs, qui les utilisent en cas de panne ou d'accident grave. Les colons profitent également de ces installations de secours dans les cas graves ou urgents.

8° Enfin il convient de souligner d'une façon toute spéciale la *liaison automatique directe Casablanca—Rabat*, parce qu'à notre connaissance il n'y a pas encore en France de liaison de cette nature.

Dès la mise en service du câble souterrain Casablanca—Rabat, et ainsi que l'avait annoncé M. Dubeauclard, inspecteur général, directeur de l'office marocain, dans un article publié en juillet 1929 par les *Annales des P.T.T.*, la liaison automatique des deux autocommutateurs a été effectuée ; désormais, la capitale politique et la capitale économique du Maroc seront, au point de vue téléphonique, étroitement unies. Depuis le 1er juillet, en effet, les abonnés de Rabat et de Casablanca peuvent s'appeler *directement* : ils n'ont qu'à préfixer le numéro de leur correspondant par la lettre correspondant au central de rattachement. Ainsi un abonné de Rabat qui désire un

abonné de Casablanca, le numéro A. 62.20, par exemple [1], compose le numéro suivant : C. A. 62.20. La lettre C correspond au niveau 8, réservé aux circuits de départ de Rabat vers Casablanca. Un abonné de Casablanca qui désire un numéro de Rabat, le 26.07, par exemple, compose le numéro suivant : R. 26.07, R correspondant au niveau 7, réservé aux circuits de départ vers Rabat.

Cette liaison directe a été réalisée par la Compagnie Thomson-Houston par l'emploi au départ et à l'arrivée, dans chaque central, de sélecteurs spéciaux associés à des répétiteurs dont le nombre est fonction du trafic dans chaque sens.

Le comptage des communications se fait automatiquement toutes les trois minutes par dix unités urbaines : 11 secondes avant la fin de chaque période de trois minutes, les abonnés en sont prévenus par un son spécial.

Les résultats obtenus sont tout à fait satisfaisants. Près de 2.000 communications *directes* sont établies chaque jour sans l'intervention du service interurbain ; une trentaine seulement de communications dans chaque sens empruntent l'intermédiaire des annotatrices. Le public apprécie comme il convient cette heureuse innovation, qui sera ultérieurement réalisée entre tous les grands centraux du Maroc équipés à l'automatique.

La participation de l'Italie à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — I. *Nouvelles liaisons.* — La mise en service, au cours de l'année 1931, du câble national Bologne—Udine—Trieste et du câble international Udine—Tarvisio a permis de constituer (outre plusieurs communications nationales nouvelles) beaucoup d'autres liaisons directes internationales importantes, dont les principales sont les suivantes : Milan—Vienne, Milan—Prague, Rome—Vienne, Rome—Budapest, Trieste—Vienne, Trieste—Budapest, Trieste—Prague, Trieste—Linz, Trieste—Klagenfurt, Trieste—Graz, Trieste—Villach. On étudie maintenant aussi la possibilité d'établir (toujours par la

1. A noter que les numéros de Casablanca commencent tous par A (premier central de Casablanca).

voie Tarvisio) d'autres liaisons téléphoniques directes avec les principales villes de l'Allemagne (Francfort, Munich, Hambourg, etc...).

De nouvelles communications internationales, par Chiasso, ont été ouvertes, dont la plus importante est Milan—Bruxelles.

On est en train d'achever les travaux de pose du câble Naples—Bari, qui représente un des deux prolongements de l'artère téléphonique principale italienne Chiasso—Milan—Bologne—Florence—Rome—Naples. Un de ces prolongements est destiné à la Basilicata et aux Pouilles, tandis que l'autre s'étend vers la Calabre et la Sicile ; ils seront prêts à fonctionner respectivement en 1933 et 1935 et permettront d'améliorer le service téléphonique avec l'Italie méridionale.

Au cours de l'année 1931, on a aussi commencé les travaux de pose d'un câble téléphonique sous-marin qui doit relier le réseau souterrain péninsulaire avec le réseau aérien de la Sardaigne. Il aura une longueur d'environ 250 kilomètres.

On poursuit l'étude de la pose du câble international Turin—Modane.

II. *Liste des relations téléphoniques internationales ouvertes actuellement au public.* — Les pays en relation téléphonique avec l'Italie sont les suivants : Allemagne, Argentine, Australie, Autriche, Belgique, Canada, Cuba, Danemark, Danzig, Espagne, Etats-Unis, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Roumanie, Sarre, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Yougoslavie.

La participation des Pays-Bas à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — I. *Nouvelles liaisons.* — Au cours de l'année 1931, le service avec l'Australie et avec le Canada a été étendu à tous les bureaux de ces pays ; le service avec le Chili a été étendu à la plupart des bureaux de ce pays ; le service avec l'Espagne a été étendu aux îles Baléares ; le service avec les Indes néerlandaises a été étendu à la partie nord de l'île de Sumatra ; le service avec l'Indochine française a été étendu aux réseaux de Cholon, Pnom-

Penh et Saïgon ; le service avec l'Italie a été étendu à la Sardaigne ; le service avec le Mexique a été étendu à tous les bureaux de ce pays ; le service avec le Portugal a été étendu à la ville d'Oporto ; le service avec l'Uruguay a été étendu à la plupart des bureaux de ce pays ; le service avec la Yougoslavie a été étendu à environ soixante bureaux de ce pays.

En outre, des relations téléphoniques nouvelles ont été ouvertes avec : les îles Canaries, le Maroc français (tous les bureaux), le Maroc espagnol (Ceuta), la Roumanie (les grands réseaux de ce pays), le Siam (une cabine à Bangkok), le Vénézuela (une cabine à Maracay), la Nouvelle-Zélande (tous les bureaux de ce pays).

Enfin les usagers des Pays-Bas peuvent communiquer avec les navires en mer suivants : l' « Empress of Britain » de la Canadian Pacific line et le « Belgenland » de la Red star line.

Un service mobile radiotéléphonique est assuré avec des navires néerlandais en pleine mer.

II. *Liste des relations téléphoniques internationales ouvertes actuellement au public.* — Allemagne, Etats-Unis, Argentine, Australie, Autriche, Belgique, Brésil, Canada, îles Canaries, Chili, Cuba, Danemark, Danzig, Espagne, Estonie, Finlande, France, Gibraltar, Grande-Bretagne, Hongrie, Indes néerlandaises, Indochine française, Irlande, Italie, Lettonie, Lithuanie, Luxembourg, Maroc espagnol, Maroc français, Mexique, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pologne, Portugal, Roumanie, Sarre, Siam, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Uruguay, Vatican, Vénézuela, Yougoslavie.

La participation de la Suisse à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — Au cours de l'année 1931, des relations ont été ouvertes entre la Suisse et les pays suivants : îles Baléares, Bulgarie (Sofia), Sardaigne, Pologne (tous les réseaux), Roumanie (tous les réseaux), Yougoslavie (un grand nombre de réseaux), Canada (tous les réseaux), Mexique (tous les réseaux), Argentine (tous les réseaux), Brésil (toutes les stations de Rio de Janeiro), Chili (un certain nombre de réseaux), Uruguay (un certain nombre de réseaux), Vénézuela (Maracay, près de Caracas), Indochine (Saïgon, Cholon et Pnom

Penh), Siam (Bangkok), Indes néerlandaises (un grand nombre de réseaux des îles de Java et de Madura), Nouvelle-Zélande (un grand nombre de réseaux), îles Canaries (un grand nombre de réseaux), Maroc français (un grand nombre de réseaux).

Les circuits suivants ont été mis en service : Zurich—Düsseldorf n° 1, Schaffhouse—Stuttgart n° 1, Zurich—Anvers n° 1, Genève—Bruxelles n° 1, Genève—Londres n° 2, Zurich—Londres n° 3, Genève—Paris n° 7, Genève—Paris n° 8, Genève—Rome n° 1, Zurich—Florence n° 1, Zurich—Bologne n° 1, Bâle—Luxembourg n° 1, Genève—Amsterdam n° 1, Zurich—Rotterdam n° 1, Zurich—Stockholm n° 1, Genève—Barcelone n° 1.

La participation de l'Union des républiques socialistes soviétiques à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — Au cours de l'année 1931, a eu lieu l'ouverture du service téléphonique avec la Suède, la Norvège et le Danemark et l'extension des communications avec l'Allemagne à de nouvelles localités allemandes.

A l'heure actuelle, il existe donc un service téléphonique entre l'U.R.S.S. et les pays suivants : Allemagne, Chine, Danemark, Estonie, Finlande, Lettonie, Lithuanie, Norvège, Pologne, Suède.

La participation de la Tchécoslovaquie à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931. — I. *Nouvelles liaisons.* — La Tchécoslovaquie a été mise en relations téléphoniques avec : la Roumanie à partir du 1er mai 1931, le Siam (via Berlin) à partir du 1er juin, le Vénézuela (via Berlin) à partir du 15 novembre, l'île de Sumatra (via Amsterdam et Berlin) à partir du 2 novembre, les îles Canaries (via Paris et Madrid) à partir du 15 juillet, les îles Baléares (via Paris et Madrid) à partir du 20 décembre, la Nouvelle-Zélande (via Londres et Sydney) à partir du 20 décembre, le territoire de la Sarre (via Francfort) à partir du 20 décembre 1931.

Avec l'Australie, le service a été étendu à tous les réseaux téléphoniques des Etats de Queensland, New South Wales, Victoria et South Australia (depuis le 21 avril 1931).

Avec la Grande-Bretagne et l'Irlande, le service a été étendu à la troisième zone tchécoslovaque.

Les communications privées urgentes ont été admises dans le service téléphonique avec la péninsule ibérique.

Le service avec la Grande-Bretagne a été amélioré par l'établissement d'un circuit direct Londres—Prague en câble souterrain (à partir du 29 janvier 1931), et avec l'Italie par l'établissement d'un circuit directe Prague—Trieste en câble souterrain (à partir du 30 octobre 1931) et d'un circuit direct Milan—Prague également en câble souterrain (à partir du 8 décembre 1931).

II. *Liste des relations téléphoniques internationales ouvertes actuellement au public.* — La Tchécoslovaquie communique par téléphone avec les pays suivants : a) Europe. — Allemagne, Autriche, îles Baléares, Belgique, Danemark, Danzig, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grande-Bretagne, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, Lichtenstein, Lithuanie, Luxembourg, Monaco, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, territoire de la Sarre, Suède, Suisse, Vatican, Yougoslavie ;

b) Asie. — Indes néerlandaises (îles de Java, Madura, Sumatra), Indochine française, Siam ;

c) Afrique. — Iles Canaries, Maroc français ;

d) Amérique. — Argentine, Brésil, Canada, Chili, Cuba, Etats-Unis, Mexique, Uruguay, Vénézuela ;

e) Océanie. — South Australia, New South Wales, Nouvelle-Zélande, Queensland, Victoria ;

f) Paquebots. — « Belgenland », « Empress of Britain », « Homerio », « Majestic », « Olympic ».

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

726.997. Perfectionnements aux systèmes télégraphiques (Associated telephone and telegraph Company, Etats-Unis).

727.788. Appareil produisant des signaux télégraphiques musicaux du système Morse et permettant d'apprendre sans professeur la lecture au son desdits signaux (R.-M. Sebelin, France).

Téléphonie.

726.448. Dispositif d'enregistrement et de reproduction automatiques des conversations téléphoniques (L. Neumann, Autriche).

726.451. Mode de connexions pour des installations téléphoniques à sélecteurs (Siemens et Halske, Allemagne).

726.465. Disposition de couplage pour installations téléphoniques à service par sélecteurs (Siemens et Halske, Allemagne).

726.541. Dispositif de sécurité pour clés téléphoniques (Société des téléphones Ericsson, France).

726.661. Appareil pour le contrôle des appareils téléphoniques (L. Marchi, Italie).

726.748. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Automatic telephone manufacturing Company, Etats-Unis).

726.757 et 726.873. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Associated telephone and telegraph company, Etats-Unis).

726.872. Perfectionnements aux postes téléphoniques (Associated telephone and telegraph company, Etats-Unis).

727.713. Système de fermeture pour couverture protectrice de bobines pour câbles (G. Decombe, France).

727.786. Perfectionnements aux lignes électriques à quatre bornes pour la transmission et la sélection des signaux électromagnétiques (W. Cauer, Allemagne).

727.861. Perfectionnements aux microphones (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

727.923. Disposition pour le réglage automatique de l'amplification dans les installations téléphoniques (Siemens et Halske, Allemagne).

727.978. Cabine téléphonique (Société anonyme des anciens établissements Michon, Pigé et Peigné, France).

728.168. Amplificateur téléphonique (P. Brosse, France).

40.251. Appel téléphonique automatique (Etablissements Brillié frères, France) (1re addition au brevet n° 713.274).

Transmission des images.

726.468. Perfectionnements aux appareils de télévision réciproque (R. Lyon et A.T. Stoyanowsky, France).

726.493. Procédés et appareils pour la réception photographique ou l'observation directe des images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

726.730. Perfectionnements apportés aux procédés et appareils de transmissions de signaux et d'images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

727.535. Procédé de synchronisation pour la télévision et la téléphotographie (G.-W. Walton, Angleterre).

727.571. Système pour la transmission des impulsions (Television laboratories, Etats-Unis).

728.165. Perfectionnements aux appareils destinés à la production d'images par télévision (Electrical research products, Etats-Unis).

40.242. Perfectionnements aux moyens de transmettre électriquement à distance les images ou vues mobiles ou immobiles (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (2e addition au brevet n° 642.847).

40.289. Perfectionnements aux systèmes synchronisés émetteurs et récepteurs de télévision, télécinéma, télémécanique et autres applications (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France) (2e addition au brevet n° 711.446).

40.298. Perfectionnement aux systèmes optiques d'analyse et de reconstitution de télévision, télécinéma, téléimpression, etc... (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France) (1e addition au brevet n° 721.634).

40.359. Perfectionnements apportés aux procédés et dispositifs de synchronisation (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 715.314).

L'invention couvre des variantes au système de synchronisation avec utilisation d'un tube à décharge décrit dans le brevet principal, et elle se caractérise en ce que l'énergie nécessaire pour assurer à l'organe mobile au poste récepteur un mouvement synchrone, est indépendante de l'énergie de signaux reçus. Cet organe mobile est alimenté par une source locale, au moyen d'un tube à décharge dénommé « thyratron » dont l'amorçage est com-

mandé par les intervalles entre les signaux de transmission, ou bien par les signaux spéciaux de synchronisation ; un système à contacts étant prévu pour arrêter au moment voulu sa décharge.

L'invention s'applique plus particulièrement à la transmission d'images d'objets mobiles et immobiles, et d'après l'une des formes de sa réalisation, peut être utilisée pour assurer au poste récepteur la rotation synchrone d'une roue phonique.

40.360. Perfectionnements aux dispositifs pour la transmission d'images (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (3e addition au brevet n° 667.930).

40.440. Perfectionnements aux systèmes de télévision (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (7e addition au brevet n° 680.670).

Radiocommunications.

725.068. Dispositif indicateur visuel de maximum d'intensité de signal particulièrement applicable en radiogoniométrie pour les relèvements sans recherche de l'extinction du signal (La Radio industrie, France).

725.078. Système de commande unique pour plusieurs condensateurs variables (J. Peaucellier, France).

725.333. Perfectionnements apportés aux postes récepteurs de T.S.F. (Jean Chauchat, France).

725.420. Montage de tube détecteur à circuits de réaction directe et inverse commandés par un condensateur variable sans aucun organe de commutation (J. Mendel, France).

725.444. Appareil récepteur de radio ne formant qu'un avec un haut-parleur et un phonographe (W. Seidinger, Allemagne).

725.494. Montage d'antenne (G. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

725.776. Self fractionnée pour la réception des ondes extra-courtes (François Péri, France).

725.780. Perfectionnements aux dispositifs à réaction utilisant des lampes à électrodes multiples et applications (Société française radioélectrique, France).

725.805. Perfectionnements aux systèmes récepteurs assurant la protection des radiocommunications contre les phénomènes d'évanouissement (fading) (Société française radioélectrique, France).

725.917. Dispositif pour postes récepteurs de radio (W. Poulsen et Ch.-H. O. Poulsen, Danemark).

725.948. Ecran anti-parasite pour circuit d'allumage de moteur à explosion, utilisable en T.S.F. et plus particulièrement en radiogoniométrie (A.-L.-A. Lagarde, France).

726.334. Came pour gammes de longueurs d'ondes multiples (J. Peaucellier, France).

726.523. Perfectionnements aux amplificateurs (La Radiotechnique, France).

726.531. Perfectionnements aux systèmes électriques à haute-fréquence, tels que les systèmes de signalisation à ondes très courtes (Le Matériel téléphonique, France).

726.536. Perfectionnements aux amplificateurs à lampes (La Radiotechnique, France).

726.537. Nouveaux modes de couplage des circuits dans les dispositifs destinés à changer la fréquence des signaux radioélectriques (La Radiotechnique, France).

726.571. Procédé pour la transmission de hautes fréquences modulées ou de bandes de haute fréquence (M. von Ardenne, Allemagne).

726.723. Perfectionnements aux systèmes de commande pour appareils récepteurs de T.S.F. et analogues (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

726.831. Radiotéléphonie et radiotélégraphie multiples (W.-A. Loth et A.-J. Givelet, France).

726.841. Perfectionnements aux récepteurs à changement de fréquence (Société française radioélectrique, France).

727.040. Perfectionnements aux modes de blindage et de connexions dans les récepteurs de T.S.F. à lampes à écran (La Radiotechnique, France).

727.097. Perfectionnements aux transmetteurs émettant des ondes modulées et aux récepteurs (Société française radioélectrique, France).

727.210. Dispositif pour la production des ondes sonores (L. Fabian et G. Szekely, France).

727.322. Perfectionnements apportés à la production et à la réception d'ondes hertziennes de très haute fréquence (R.-H. Darbord, France).

727.444. Perfectionnements aux appareils à capacité électrique variable, de T.S.F. notamment (Savoye et Cie, France).

727.464. Dispositif pour rendre visible l'une ou l'autre de plusieurs graduations marquées sur le cadran d'appareils radiorécepteurs (Fabrica italiana magneti Marelli, Italie).

727.534. Perfectionnements aux procédés et appareils pour la production d'oscillations électriques (Radio corporation of America, Etats-Unis).

727.572. Appareil émetteur et récepteur de signaux de détresse (Submarine signal company, Etats-Unis).

727.606. Oscillateur (ou résonateur) piézoélectrique en forme de disque (H. Straubel, Allemagne).

727.745. Perfectionnements aux appareils récepteurs radioélectriques (L. Lévy, France).

728.172. Nouveau dispositif radioélectrique pour la réception sélective de toutes longueurs d'ondes (A. Duvivier, R. Tabard et R. Véret, France).

39.853. Antenne tamisante pour la réception et l'émission de

messages dans la télégraphie et la téléphonie sans fil (Josef Plebanski, Pologne) (2e addition au brevet n° 576.785).

39.924. Dispositif pour le lever du doute en radiogoniométrie (Ettore Bellini, France) (1re addition au brevet n° 704.476).

39.947 et 39.974. Dispositifs pour repérer les réglages des postes récepteurs de T.S.F. (J.-L. Routin, France) (9e et 10e additions au brevet n° 677.639).

39.963. Utilisation des fils électriques du courant alternatif pour la radiodiffusion (Madame Polianoff, née Lydie Perepelink, France) (1re addition au brevet n° 691.790).

40.066. Procédé pour transformer la fréquence de courants alternatifs dans une installation réceptrice de T.S.F. et appareils pour la mise en œuvre de ce procédé (Ignacio Diaz, France) (1re addition au brevet n° 696.021).

40.171. Perfectionnements aux radiogoniomètres (R. Lénier, France) (1re addition au brevet n° 715.850).

40.254. Perfectionnements aux appareils producteurs de sons (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (13e addition au brevet n° 610.959).

40.274. Perfectionnements aux émetteurs de télégraphie et de téléphonie sans fil (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (3e addition au brevet n° 685.268).

40.280. Radio-déphaseur (G. du Bourg de Bozas, France) (2e addition au brevet n° 686.863).

40.328. Perfectionnements aux émetteurs de télégraphie et de téléphonie sans fil (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (4e addition au brevet n° 685.268).

40.333. Perfectionnements aux appareils de téléphonie sans fil ou analogues (Société H. et G. Lévy, France) (1re addition au brevet n° 713.504).

40.429. Radio-déphaseur (G. du Bourg de Bozas, France) (3e addition au brevet n° 686.863).

Divers.

723.246. Dispositif de couplage par capacité entre les réseaux de transport d'énergie et les dispositifs émetteurs et récepteurs de télécommande et de télécommunication (invention J. Fallou) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

723.998. Installation de transmission électrique à distance pour dispositifs indicateurs (H. Scheidegger, Allemagne).

724.867. Perfectionnements aux transmissions à distance par potentiomètre (R. Riberolles, France).

724.869. Procédé et dispositif pour éliminer les harmoniques superposées à un courant continu (Radio énergie, France).

724.939. Dispositif permettant simultanément de téléphoner et de transmettre à distance de façon continue plusieurs grandeurs de mesure (Allgemeine Electricitäts Gesellschaft, Allemagne).

725.045. Procédé pour provoquer un contact intime entre un gaz et un liquide (Industrikemiska Aktiebolaget, Suède).

725.410. Installation de commande à distance (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

726.055. Dispositif récepteur pour installations d'action à distance, fonctionnant d'après le procédé à fréquences d'impulsions (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

726.763. Installation pour la transmission de signaux (Société dite : Autophone, Suisse).

727.623. Annonciateur (Temporator company, Etats-Unis).

727.624. Système de transmission de renseignements (Temporator Company, Etats-Unis).

727.879. Dispositif de transmission d'informations et de commande à distance (Allgemeine Elektricitäts gesellschaft, Allemagne).

728.118. Appareillage de signalisation lumineuse perfectionné (Orenstein et Koppel, Allemagne).

39.901. Perfectionnements apportés aux redresseurs de courant (Lucien Lévy, France) (1re addition au brevet n° 615.041).

40.125. Systèmes translateurs et amplificateurs d'ondes électriques de signalisation (Le Matériel téléphonique, France) (2e addition au brevet n° 680.681).

40.148. Procédé et dispositif pour régler les courants électriques (Martin Paul et Paul Wangemann, Allemagne) (1re addition au brevet n° 662.131).

40.222. Appareil électrique pour la téléindication (Schneider et Cie, France) (4e addition au brevet n° 604.526).

40.347. Installation pour l'émission et la réception dirigées au moyen de plusieurs oscillateurs (Electroacustic, Allemagne) (2e addition au brevet n° 668.580).

BIBLIOGRAPHIE.

Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe, par MANFRED SCHLEICHER. Berlin, Julius Springer, 1932. 1 vol. in-8° de 238 pages, avec 155 figures. — Prix : broché, 10M,50 ; relié, 21 marcs.

La production et la distribution de l'énergie électrique soulèvent un grand nombre de problèmes annexes, qui ont pu paraître secondaires à l'origine et qui sont devenus d'une importance primordiale avec l'extension croissante des réseaux : mesurer à distance, signaler, commander, régler à distance par des procédés électriques, tels sont quelques-uns de ces difficiles problèmes dont la solution a rendu possible la coopération de plusieurs centrales.

Bien que ces problèmes relèvent de la technique des télécommunications électriques, leur étude a nécessité la création d'une technique spéciale, car, si les procédés mis en œuvre de part et d'autre présentent souvent des caractères communs, aucune assimilation n'est possible entre la technique du télégraphe et du téléphone et la technique du contrôle et de la commande électrique à distance. L'automatisation d'un réseau téléphonique a pour but de supprimer l'intermédiaire d'une opératrice en laissant à chaque abonné le soin d'appeler soi-même son correspondant ; sur les réseaux de distribution d'énergie électrique, on tend, au contraire, à retirer toute initiative aux diverses centrales interconnectées et à commander ces stations à partir d'un poste central : les buts poursuivis, dans l'un et l'autre cas, sont, on le voit, diamétralement opposés. Les conditions d'utilisation sont également très différentes : une erreur de machine dans un central téléphonique automatique n'a d'autre inconvénient que d'obliger l'usager à renouveler son appel ; une erreur de signalisation, de commande ou de comptage sur un réseau à haute tension peut

s'accompagner, au contraire, d'accidents graves ou d'importantes pertes d'argent.

C'est donc bien à une technique spéciale qu'est consacré le livre de M. Schleicher : l'auteur y étudie la transmission électrique, à distance, des indications des instruments de mesure, le comptage, la commande et le réglage électriques à distance, les moyens propres à accroître le rendement des lignes utilisées pour la signalisation et la commande, les dangers spéciaux que courent ces lignes en raison du voisinage des conducteurs d'énergie, enfin l'organisation du poste central de commande, organe capital, renseigné à tout moment sur les conditions de fonctionnement des différentes parties du réseau et susceptible de modifier instantanément ces conditions.

Une analyse succincte de la première partie permettra au lecteur de saisir le caractère de l'ouvrage et d'en mesurer l'intérêt. Cette première partie est consacrée à la description des différents systèmes d'électrotélémétrie, à savoir : les systèmes dans lesquels la grandeur alternative à mesurer à distance est transformée en une grandeur continue (courant continu, par exemple, transmis sur le circuit de signalisation), soit par redressement direct, soit par l'intermédiaire d'une source auxiliaire ; les systèmes à impulsions ; les systèmes à courant alternatif (systèmes à induction et systèmes à variation de fréquence). Un grand nombre de schéma simplifiés, parfaitement clairs, accompagnent la description des systèmes.

Les spécialistes de la télémétrie et de la télécommande électriques seront heureux de trouver dans ce livre une étude complète de l'état actuel de ces délicates questions ; l'ouvrage intéressera également les techniciens des télécommunications électriques, qui y rencontreront, à côté d'un grand nombre de procédés qui leur sont familiers, quelques procédés spéciaux auxquels le télégraphe et le téléphone n'ont pas normalement recours, mais qu'ils pourraient peut-être un jour mettre à profit.

R. B.

Le gérant :

HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 4-10-32.

LE DÉVELOPPEMENT DES COMMUNICATIONS PAR TÉLÉTYPE AUX ÉTATS-UNIS, [1]

par A. COUGNENC,
directeur de la station de New York
de la Compagnie française des câbles télégraphiques.

Formation graduelle des réseaux. — L'emploi du télétype, en Amérique, s'est développé au point de devenir un nouveau système de communication, rivalisant non seulement les liaisons assurées par les compagnies de télégraphe, mais aussi les liaisons téléphoniques.

Jusqu'ici, ces appareils imprimeurs étaient installés chez les principaux clients des compagnies télégraphiques et des compagnies de câbles, notamment la Postal telegraph, la Western union et la Compagnie française des câbles télégraphiques, pour leur permettre d'échanger avec les centraux de ces compagnies les télégrammes et cablogrammes d'arrivée et de départ.

Cependant, grâce aux facilités de location des lignes téléphoniques offertes au public par l'American telephone and telegraph company, des réseaux particuliers avaient été constitués depuis plusieurs années pour relier entre elles, d'abord, les différentes succursales que les grandes agences de presse maintiennent dans les principales villes des Etats-Unis, puis les agences financières, banques, maisons de courtage, usines et bureaux de vente des grandes industries appartenant à un même groupe. Ces réseaux d'intérêt privé se sont multipliés progressivement et déjà, au début de 1931, le système Bell avait installé près de 10.000 télétypes pour

---

1. Les photographies illustrant le présent article nous ont été obligeamment communiquées par l'American telephone and telegraph company.

relier les différents services, souvent éloignés de plusieurs centaines et même de plusieurs milliers de kilomètres, de 800 compagnies financières, industrielles et commerciales.

De leur côté, les deux grandes compagnies télégraphiques des Etats-Unis, la Postal et la Western union, augmentaient dans les grandes villes les installations de télétypes chez les usagers du télégraphe, afin de drainer vers leurs lignes un trafic que la grande compagnie des téléphones avait de plus en plus tendance capter en développant les réseaux particuliers.

Le télétype devenait ainsi peu à peu une nouvelle source de compétition entre le télégraphe et le téléphone. Pour rendre cette compétition plus effective, il ne restait qu'à créer respectivement des intercommunications entre les clients des compagnies de télégraphes dotés de téléimprimeurs et entre les postes des réseaux d'intérêts privés créés par l'American telephone. Ces intercommunications étaient toutes constituées, grâce au nombre considérable de câbles aériens ou souterrains et des rames de fils télégraphiques qui sillonnent l'Amérique du nord.

Il aurait donc été possible de créer un immense réseau national de communications par télétype ; mais les trois compagnies intéressées ne se sont pas mises d'accord sur les conditions financières d'exploitation, et ce désaccord a fait naître deux systèmes concurrents, dont le but du présent article est d'expliquer le fonctionnement.

Il en est même résulté deux événements qui ont particulièrement surpris le public américain : une entente (partielle, faut-il dire) entre les deux compagnies de télégraphe, la Western union et la Postal, qui depuis quarante années se faisaient une concurrence acharnée ; et une brouille (en apparence, sinon en réalité), entre la Western union et l'American telephone and telegraph company qui paraissaient jusqu'ici, avoir de nombreux intérêts en commun.

L'avenir nous apprendra s'il n'y a pas d'autres raisons à ce changement des relations respectives de ces trois compagnies.

Depuis la 1er décembre dernier, la Western union et la Postal telegraph ont conclu un accord tendant à l'intercommunication

des postes de télétypes installés chez leurs clients, tandis qu'à la même date, l'American telephone and telegraph offrait à ses abonnés dotés de télétypes la possibilité de communiquer entre eux sans restriction.

Système Postal telegraph et Western union. — a) *Mode de transmission.* — Le service inauguré par ces deux compagnies a été dénommé *Timed wire service* et les communications échangées sont préfixées « TWS ».

L'expéditeur appelle le central auquel il est relié, en pressant la touche de sonnerie de son télétype. L'opérateur du central lui répond « GA ». L'expéditeur transmet le signal « TWS », auquel il est répondu par l'abréviation « BK » signifiant « Attente ». L'opérateur relie aussitôt, par l'intermédiaire d'un tableau commutateur, le télétype du client à un *récepteur perforateur*. Dès que cette connexion est effectuée, l'expéditeur reçoit l'avis « GA TWS », et il procède à la transmission de son message en indiquant successivement le nom du destinataire, précédé du mot « to » (à), le bureau de destination, le nom de l'expéditeur précédé de l'abréviation « fm » (de) et suivi du nom du bureau d'origine, et enfin le texte. La fin de la transmission est suivie de l'indication « END TWS » et de cinq touches de « sonnerie ». Exemple : « To David Boston fm Smith New York (texte) END TWS ».

L'opérateur du central répond en indiquant la durée d'occupation de la ligne, qui détermine la taxe à appliquer. Exemple : « Boston will be 5 mins thank you » (Votre communication avec Boston sera taxée 5 minutes. Merci).

Cette taxe est portée au débit du compte de l'expéditeur.

La bande perforée reçue par le central est transférée sur un transmetteur automatique relié au bureau de destination, ou à un central intermédiaire où le message est reproduit sur un autre récepteur-perforateur. La nouvelle bande perforée ainsi obtenue est engagée, au bureau de destination, sur un transmetteur que l'on relie au télétype du destinataire, de sorte que celui-ci reçoit la reproduction exacte du texte transmis par l'expéditeur. Le poste destinataire est appelé à cet effet par l'opérateur du central qui

le dessert, dans les mêmes conditions qu'au départ. Après avoir reçu le message, le destinataire en accuse réception par les abréviations suivantes : « TWS Recd OK » (TWS reçu correctement), suivies de son indicatif d'appel, formé en général de deux lettres.

Cas particuliers. — Si un expéditeur, relié au réseau de la Postal, désire transmettre un « TWS » à un destinataire relié au réseau de la Western union, le message devra naturellement emprunter une ligne d'intercommunication entre les réseaux de ces deux compagnies. Une ou plusieurs lignes ont été installées à cet effet entre les centraux de la Postal et de la Western union dans une trentaine des plus grandes villes des Etats-Unis.

Les taxes, qui sont toujours perçues sur l'expéditeur, sont divisées entre les deux compagnies dans les conditions suivantes :

1° L'expéditeur et le destinataire résident dans des localités desservies à la fois par les deux compagnies, mais le télétype de l'un est fourni par la Postal et celui de l'autre par la Western union : Le message est transféré à la compagnie qui dessert le destinataire au central de la localité de destination, et cette compagnie est créditée d'une taxe forfaitaire de 20 cents par la compagnie d'origine qui perçoit la taxe entière ;

2° L'expéditeur réside dans une localité desservie à la fois par les deux compagnies, tandis que la résidence du destinataire n'est desservie que par l'une d'elles et le TWS est transmis par un télétype de la Postal et reçu sur un télétype de la Western union ou vice versa : Le transfert du message s'effectue entre les centraux du lieu d'origine ; ce message est suivi d'une note de service indiquant la durée de la transmission par l'expéditeur ; la compagnie d'origine crédite celle qui dessert le destinataire du montant de la taxe correspondant à cette période de transmission, diminué de 20 cents, qui constituent sa proportion ;

3° L'unique bureau existant au domicile de l'expéditeur appartient à une compagnie et celui qui dessert le destinataire à l'autre : Le transfert du message s'opère entre les centraux des deux compagnies existant dans la localité la plus proche du lieu d'origine ; les taxes sont divisées dans les mêmes proportions que pour le cas précédent.

b) *Tarif.* — La taxe d'un TWS est basée sur la durée de sa transmission par l'expéditeur. Elle est égale à deux fois la taxe d'un télégramme ordinaire de dix mots échangé entre le bureau d'origine et celui de destination pour les trois premières minutes et un tiers de cette taxe pour chaque minute ou fraction de minute excédant les trois premières.

Les deux compagnies intéressées, estimant qu'un opérateur expérimenté peut transmettre sur le télétype 100 mots en trois minutes, offrent au public le tableau suivant de comparaison des taxes applicables à ces 100 mots, suivant la catégorie de service utilisée et les zones de destination (sommes en dollars) :

Tél. de 10 mots.	Tél. ordinaire de 100 mots	Tél.-lettre de jour.	Tél.-lettre de nuit.	T W S.
0,30	2,55	0,90	0,60	0,60
0,36	2,61	1,08	0,72	0,72
0,42	2,67	1,26	0,84	0,84
0,48	3,63	1,44	0,96	0,96
0,60	3,75	1,80	1,20	1,20
0.72	5,22	2,16	1,44	1,44
0,90	6,30	2,70	1,80	1,80
1,20	8,85	3,60	2,40	2,40

L'utilisation des télétypes permettrait donc de communiquer avec de très courts délais dans la journée, au même tarif que les télégrammes-lettres de nuit et à raison de deux fois la taxe d'un télégramme de dix mots pour chaque communication de trois minutes.

Les télétypes et les lignes sont installés gratuitement chez les clients qui garantissent un trafic représentant environ 150 dollars de taxes par mois au minimum.

c) Annuaires. — Une liste des clients de la Western union et de la Postal telegraph dotés de télétypes, indiquant leur nom et leur adresse, est mise à la disposition de tous les intéressés.

Au 1er décembre dernier, près de 9.000 télétypes étaient déjà en service chez les usagers de ces deux compagnies.

Système American telephone and telegraph. — a) *Mode de transmission.* — Le réseau de télétypes de l'American telephone ne diffère du réseau télégraphique que par la substitution, aux

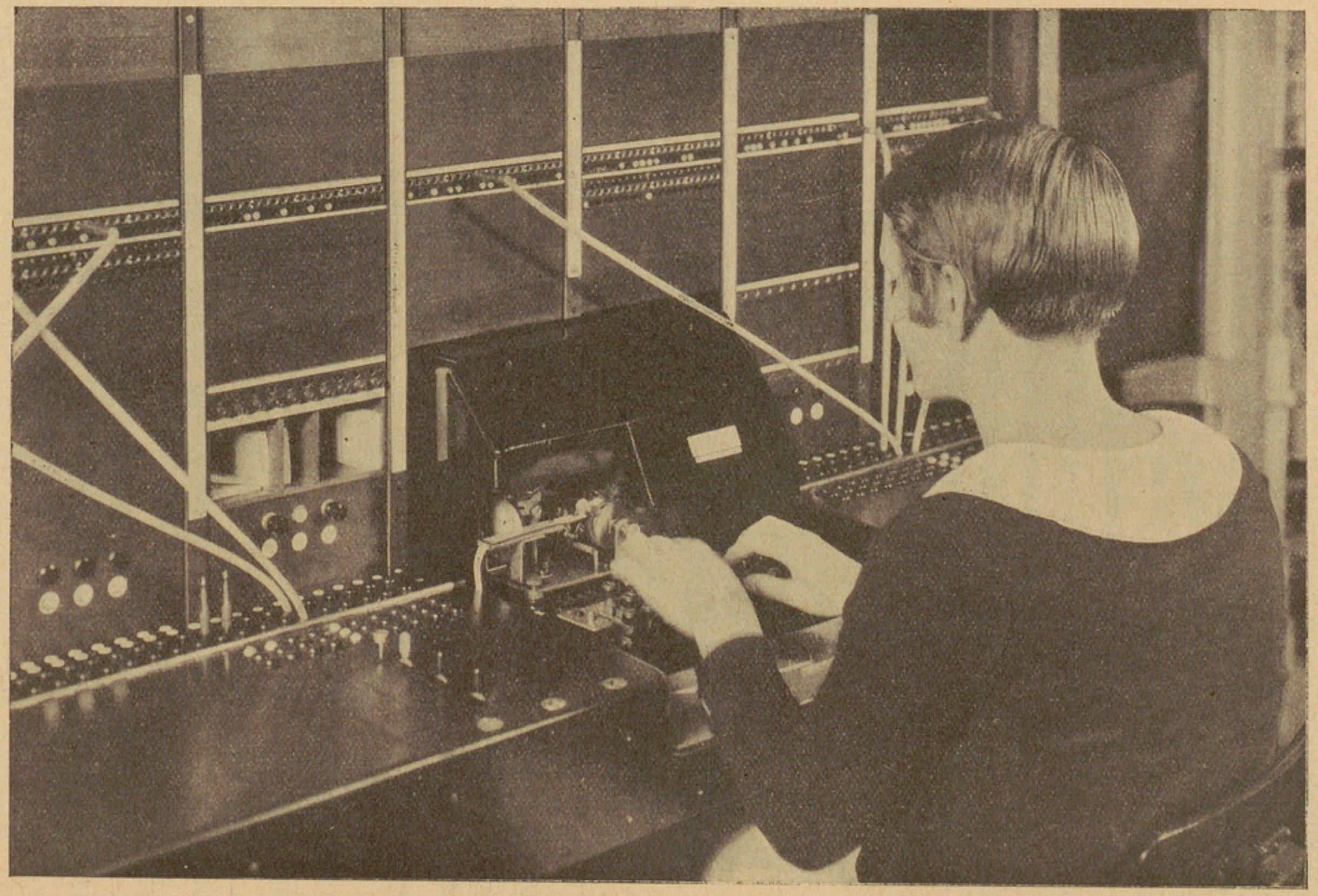


Fig. 1. — Tableau commutateur pour appareil télétype :
L'opératrice répond à un appel.

points extrêmes de la communication, d'un téléimprimeur à un appareil téléphonique et par l'utilisation, dans les centraux, de tableaux commutateurs spéciaux.

Avec ce système, deux correspondants peuvent « converser » au moyen de leurs télétypes au lieu d'échanger une conversation verbale par téléphone.

Le fonctionnement des télétypes ainsi que l'utilisation de ces appareils sur tableaux commutateurs ont déjà été décrits dans les revues télégraphiques françaises, notamment par M. J. Jacob, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes, et M. P. Mercy, inspecteur.

Mais, pour permettre l'interconnexion rapide de télétypes situés à plusieurs milliers de kilomètres de distance, des modifications ont dû être apportées aux multiples et aux tableaux concentrateurs de lignes antérieurement décrits. Nous reproduisons (fig. 1) un tableau commutateur qui fait ressortir la principale innovation : la substitution d'un télétype aux écouteurs et transmetteur de la téléphoniste.

Lorsqu'un abonné abaisse la touche d'appel de son télétype, il met en marche l'appareil du tableau en même temps que s'allume la lampe placée au dessus du jack auquel sa ligne est reliée. En insérant dans le jack la fiche d'un des cordons postérieurs disponibles, l'opératrice se met en communication avec l'abonné et lui envoie le signal « OPR ». Le demandeur indique alors le numéro et la station du correspondant désiré. S'il s'agit d'une communication locale, l'opératrice touche, avec la fiche du cordon antérieur, le jack de l'abonné appelé : si (dans le cas d'un multiple) la ligne est occupée, la lampe d'occupation placée au dessus de l'opératrice s'allume ; si la ligne est libre, la fiche est enfoncée dans le jack et l'opératrice abaisse une clef d'appel qui actionne automatiquement la sonnerie du destinataire et allume en même temps la lampe d'appel du tableau correspondant à la corde utilisée. Cette lampe reste allumée jusqu'à ce que l'abonné ait répondu, ce qui permet à l'opératrice de s'occuper, en attendant, d'autres appels. L'abonné répond en pressant une *clef de réponse*, qui met le moteur de son télétype en marche, éteint la lampe d'appel du tableau et complète

la connexion avec l'appareil de l'abonné demandeur. Lorsque la communication entre les deux abonnés est terminée, celui qui

Fig. 2. — Un poste d'abonné.

a appelé le premier envoie le signal de fin de transmission, en pressant la touche du « blanc des chiffres » et la touche « stop » de son télétype. Ce signal arrête les moteurs des deux appareils, allume la lampe de fin de communication du tableau commutateur, et l'opératrice n'a plus qu'à retirer les fiches des jacks.

Pendant la communication, un abonné peut appeler l'opéra-

trice en pressant une *clef de rappel* ; une lampe de contrôle s'allume et l'opératrice abaisse la clef qui met son appareil en circuit.

Si l'abonné demandé ne répond pas, l'opératrice demande à celui qui appelle s'il désire transmettre son message. Dans l'affirmative, elle presse un bouton qui met en marche le moteur du télétype de destination ; aussitôt après, la lampe d'appel du tableau s'éteint, l'abonné est invité à transmettre et l'opératrice met en court-circuit son appareil.

Dans le cas d'une communication interurbaine, on procède comme s'il s'agissait d'un appel téléphonique. L'opératrice se branche sur un des circuits inoccupés pour appeler le central de destination ou un central intermédiaire qui fait suivre l'appel au central auquel est relié l'abonné demandé.

Une particularité à signaler est la possibilité pour un abonné de transmettre simultanément son message à plusieurs correspondants dépendant d'un même central. Dix télétypes au maximum peuvent être mis en communication avec le demandeur, dans chaque central qui reçoit l'appel.

La vitesse de transmission permise est de 60 mots de six lettres à la minute.

Les correspondants peuvent changer le sens de la transmission. Celui qui reçoit n'a qu'à presser la *clef d'interruption*, ce qui arrête l'impression des signaux de contrôle sur la bande du télétype de l'expéditeur. Ce dernier doit interrompre sa manipulation pour recevoir le message de son correspondant.

La durée de la communication est déterminée par l'opératrice qui reçoit l'appel de l'abonné demandeur, au moyen d'un ticket sur lequel les heures de commencement et de fin d'occupation de la ligne sont imprimées par un timbre horaire électrique qui marque jusqu'aux dixièmes de minute.

Les multiples utilisés par l'American telephone company, désignés sous le nom de *Teletypewriter switchboards n°* 1, ont une capacité de 3.600 circuits d'abonnés branchés aux jacks occupant la partie supérieure des tableaux et 840 jacks pour les lignes d'intercommunication placés au dessous des autres.

Chaque opératrice dispose de 18 cordons.

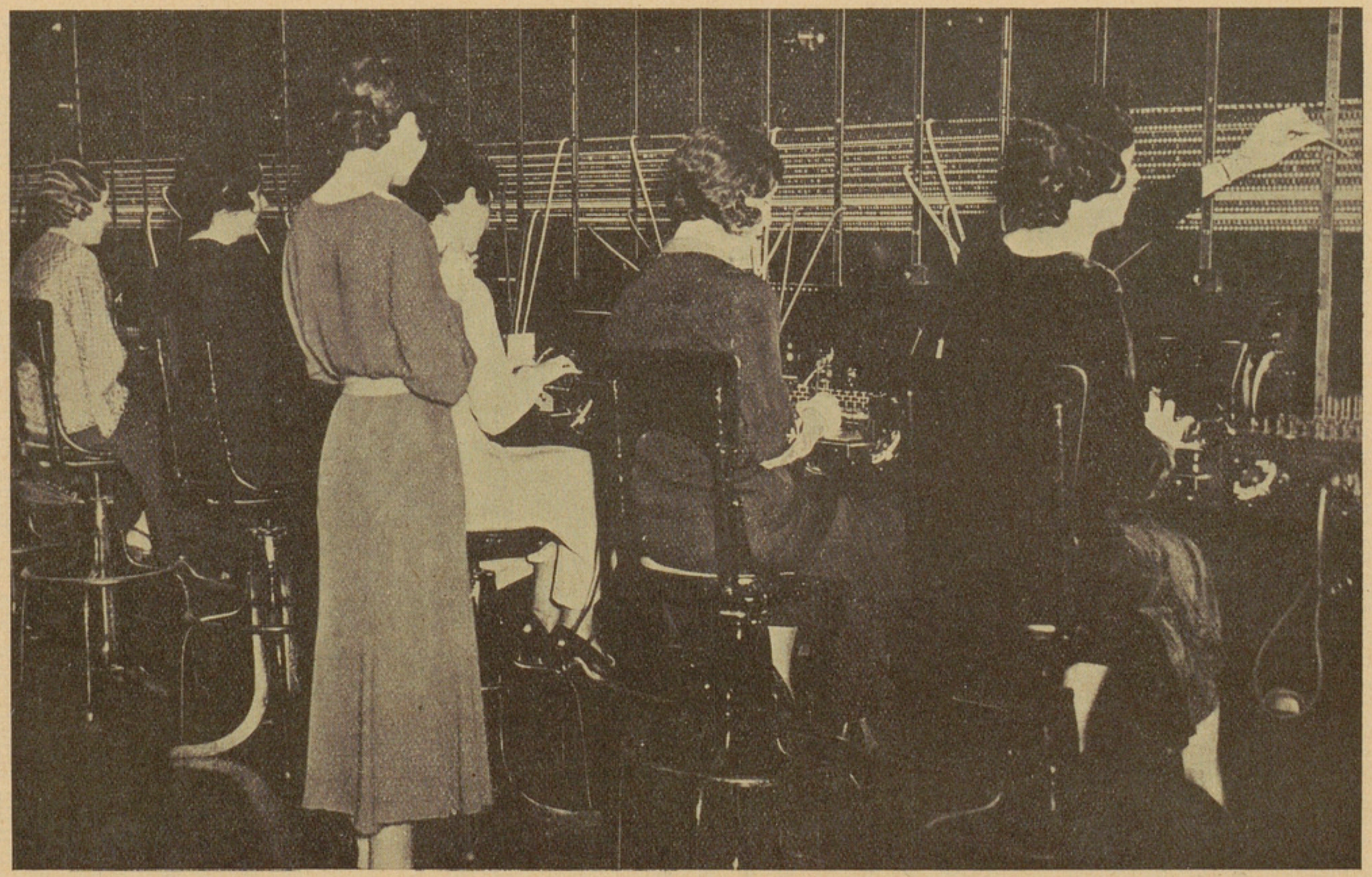


Fig. 3. — Multiple pour communications par télétypes : modèle installé par l'A. T. and T. dans les centraux des grandes villes.

b) *Tarif.* — Communications locales : 20 cents pour chaque période de cinq minutes ou fraction de cinq minutes.

Communications interurbaines (sommes en dollars) :

Distance en milles.	Pour les 5 premières minutes.	Pour chaque minute additionnelle.
50	$ 0,50	$ 0,10
100	0,70	0,10
200	1,00	0,20
300	1,30	0,25
500	1,60	0,30
1000	2,60	0,50
1500	3,40	0,65
2500	4,60	0,80

Arguments en faveur des télétypes. — Voici comment les compagnies concurrentes font ressortir au public les avantages que présente leur système de communication par télétype :

a) *American telephone and telegraph company* :

FACILITÉ : La même que pour le téléphone ; le « Central teletypewriter » relie deux abonnés quel que soit l'endroit où ils résident et à n'importe quelle heure.

RAPIDITÉ : Les connexions par télétype sont aussi rapides que par téléphone ; les abonnés pouvant alterner les transmissions et réceptions, les réponses aux questions posées peuvent être obtenues immédiatement.

EXACTITUDE : Le texte reçu est identique au texte transmis ; les erreurs peuvent être corrigées pendant la durée de la communication.

SIMPLICITÉ : Toute personne sachant actionner une machine à écrire peut transmettre par télétype.

SÉCURITÉ : La communication étant directe entre l'expéditeur et le destinataire, le secret et la sécurité des transmissions sont assurés.

FLEXIBILITÉ : Les ordres, rapports, listes, peuvent être transmis sous la forme que l'on désire ; six copies peuvent être obtenues avec un télétype à page ; l'expéditeur possède un fac-simile de sa transmission.

ECONOMIE : Le message par télétype est le moyen de communication, par écrit, le plus économique.

b) *Western Union et Postal Telegraph* :

Le service TWS est le plus commode.

L'expéditeur dicte son message à sa sténographe, qui le transmet au central, et l'opération, en ce qui le concerne, est terminée. Il n'y a pas d'attente pour obtenir la communication avec le destinataire. De plus, comme la transmission s'effectue sur un circuit local, elle est rapide, le client peut transmettre plus de mots dans un temps donné que sur un long circuit avec répéteurs et avec des probabilités d'interruption. De sorte que la période unitaire de 3 minutes adoptée par les compagnies de télégraphe est avantageusement comparable à celle de 5 minutes de la compagnie du téléphone.

Ceci est d'autant plus exact que les télétypes de l'American telephone fonctionnent à 40 mots à la minute contre une vitesse de 65 mots pour les télétypes du système Western Union et Postal.

Avec ce dernier système, la communication de l'expéditeur est apportée sur le bureau du destinataire, qui peut ainsi l'examiner à loisir et dicter une réponse aussitôt qu'il a recueilli tous les éléments nécessaires.

Les taxes étant basées sur le temps réellement employé à la transmission de la demande et de la réponse, il n'y a pas à payer pour une occupation inutile de la ligne.

Les communications reçues des clients sont acheminées par des circuits à grand rendement sans interruptions et sans délais.

Avec le système de l'American telephone, l'expéditeur doit d'abord faire demander la communication avec son correspondant. Il doit ensuite quitter sa place pour aller à côté du télétype donner ses instructions à son opératrice, qui doit se déranger à son tour. Un temps précieux a déjà été perdu par les deux correspondants. Mais, avant de pouvoir répondre aux questions qui lui sont posées, le destinataire devra revenir à son bureau, procéder à des recherches durant lesquelles l'expéditeur attendra. Tout le temps employé

pour l'occupation de la ligne sera taxé et de plus l'attention de quatre personnes chez les deux correspondants aura été inutilement retenue...

Fig. 4. — Détail d'une position d'opératrice sur un multiple d'intercommunication par télétypes.

Enfin les compagnies de télégraphe ajoutent : « Le système de communication par télétype ne présente une réelle utilité que pour l'usager qui a l'occasion de transmettre des communications suffisamment longues pour justifier le payement de taxes relativement élevées. Celui qui n'a que 100 ou 200 mots à transmettre à la fois n'a aucun intérêt à recourir à l'usage du télétype : l'envoi d'un télégramme ordinaire, d'une lettre télégramme ou d'une lettre télégramme de nuit lui coûtera, en pareils cas, la moitié ou le quart de la taxe afférente à cinq minutes d'occupation de la ligne, cette période étant le minimum de durée sur laquelle la taxe est basée ».

Ce dernier argument des compagnies de télégraphe paraît être le plus judicieux de ceux qu'elles invoquent en leur faveur.

UTILISATION DE FILS EN ALLIAGES D'ALUMINIUM POUR LA CONSTRUCTION DES LIGNES TÉLÉPHONIQUES,

par L. DAUMARD,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

Les lignes aériennes de télécommunications sont construites actuellement avec du fil de cuivre, exception faite pour un certain nombre de fils télégraphiques en fer qui subsistent encore dans certaines régions, et d'une manière générale pour les circuits d'abonnés, pour lesquels on utilise des fils de bronze.

Depuis un certain temps déjà, on s'est préoccupé d'étudier la possibilité de substituer l'aluminium au cuivre sur les lignes électriques, et de nombreuses sociétés ont utilisé, concurremment avec des câbles de cuivre, des câbles en aluminium pur. Les résultats obtenus n'ont pas toujours été favorables : l'aluminium ne présente, en effet, qu'une faible résistance mécanique, de sorte que, les câbles ne pouvant être posés qu'avec une tension relativement faible, il fallait utiliser des pylônes élevés, par suite de la grande valeur des flèches obtenues, ou réduire les portées en multipliant les appuis. La résistance mécanique des conducteurs en aluminium a pu être beaucoup améliorée par la fabrication de câbles à âme d'acier. Un certain nombre de lignes d'énergie ont été construites avec ces câbles mixtes ; mais, outre la difficulté d'effectuer des joints convenables entre sections, il convenait toujours de prendre de sérieuses précautions pour effectuer le tirage des lignes, l'aluminium, d'une faible dureté minéralogique, se blessant très facilement.

L'intérêt de ces essais n'avait pas échappé à l'administration française des Postes et Télégraphes, qui, par ses innombrables circuits, est une grande consommatrice de cuivre. Or le cuivre

nécessaire aux besoins de la France doit être importé ; il n'en est pas de même de l'aluminium, dont notre pays est un important producteur. Aussi, dès 1912, peut-on trouver la trace d'un essai d'utilisation de fil d'aluminium sur les lignes téléphoniques. A cette époque, en effet, fut construite une ligne, dans la région d'Auxerre, avec du fil d'aluminium pur de 8 millimètres carrés de section. Les fils d'aluminium ne pouvant être soudés facilement entre eux, les joints des diverses sections avaient été simplement effectués avec des manchons torsadés. Bien que la ténacité du fil utilisé fût très faible, les résultats obtenus n'avaient pas été défavorables, probablement parce que l'on avait eu le soin de réduire les portées à 40 mètres. Cependant il ne fut pas possible de conclure fermement en faveur de l'emploi des fils d'aluminium, et l'essai d'Auxerre, à notre connaissance, est demeuré isolé. Les fabricants de fils d'aluminium, aussi bien que les exploitants de lignes d'énergie, estimaient d'ailleurs que la nature de ce métal ne permettait pas d'en envisager l'emploi sous forme de fils de faible diamètre, mais seulement sous forme de câbles à brins toronnés. L'administration n'était donc pas engagée à poursuivre des essais coûteux, qui, par avance, ne paraissaient pas pouvoir donner de résultats favorables. La question en était à ce point lorsque, vers 1926, fut signalée l'apparition, sur le marché, de fils en alliages durs d'aluminium. Nous nous proposons, dans cet article, de rendre compte des essais entrepris par l'administration française des Postes et Télégraphes en vue d'étudier les possibilités d'emploi de ces nouveaux alliages dans la construction des lignes aériennes de télécommunications.

1. Principales caractéristiques des alliages durs d'aluminium. — Les nouveaux alliages durs d'aluminium dont il est question sont des alliages à haute teneur en aluminium, qui ne diffèrent de l'aluminium commercialement pur que par la présence de magnésium et de silicium, sous la forme Mg^2Si et Si, dans une proportion comprise entre 1 et 1,2 %, alors que la teneur en aluminium est de 98,5 à 98,8 %. Ces alliages prennent la trempe à haute température. Par une succession de traitements thermiques ultérieurs

rieurs et d'écrouissage à froid, ils peuvent acquérir une résistance mécanique élevée, tout en conservant une grande conductibilité électrique.

Les principales propriétés physiques de ces alliages d'aluminium sont indiquées dans le tableau suivant, où ont été rappelées les propriétés correspondantes du cuivre :

	ALLIAGE d'aluminium	CUIVRE
Résistivité à 0° ($\mu\Omega$/cm)	2,96	1,63
Cœfficient de température	0,0042	0,0039
Poids spécifique	2,7	8,95
Charge de rupture (kg/mm²)	35	42
Allongement à la rupture	7 à 8	2 à 3
Module d'élasticité	6800	13.000
Cœfficient de dilatation	23×10^{-6}	16×10^{-6}

On peut en déduire aisément qu'un fil en alliage d'aluminium aura la même résistance qu'un fil de cuivre d'une même longueur, si sa section est égale à 1,8 fois celle du cuivre ; dans ces conditions, le poids de ce fil d'aluminium ne sera que les 54/100 du poids du de cuivre.

2. Étude économique de l'emploi des alliages d'aluminium sur les lignes téléphoniques — Les fils en alliage d'aluminium peuvent être utilisés avantageusement sur les lignes téléphoniques ; bien que l'on soit amené, en effet, à substituer au fil de cuivre un fil de plus gros diamètre, le poids de ce dernier est à peu près la moitié de celui du fil de cuivre correspondant. C'est ainsi que l'on pourra utiliser un fil en alliage d'aluminium de 3,35^{mm} de diamètre, ne pesant que 23,9 kilogrammes le kilomètre, à la place d'un fil de cuivre de 2,5^{mm}, dont le poids kilométrique est égal à 44 kilogrammes.

Les portées habituelles de 50 mètres paraissant bien convenir pour ces nouveaux conducteurs, il semble que la substitution de

l'aluminium au cuivre puisse être effectuée sans modification de l'armement, et par suite sans frais supplémentaire de matériel de fixation.

Toutefois, le diamètre du conducteur étant accru, l'action du vent sur les fils, qui est proportionnelle à leurs diamètres, sera augmentée dans le rapport de 3 /4, et par conséquent, pour que le taux de contrainte du bois des appuis reste le même, il faut utiliser systématiquement des poteaux d'un diamètre plus fort, donc plus coûteux. On verrait aisément qu'on serait conduit à augmenter d'environ 10 % le diamètre des poteaux. On peut, en comparant les prix actuels des divers types de poteaux, fixer un ordre de grandeur de l'augmentation de prix qu'entraînerait cette augmentation du diamètre ; on arrive à trouver, dans ces conditions, que l'augmentation serait approximativement de 12 à 14 % du prix du poteau, en prenant pour base le prix du poteau normal de 8 mètres de hauteur totale (ayant un diamètre de 18 centimètres à une distance d'un mètre de la base).

Si l'on appelle P_c le prix du kilogramme de fil de cuivre, P_a celui du kilogramme de fil en alliage d'aluminium, P le prix du poteau normal, en supposant que les frais de main-d'œuvre et les prix du matériel d'armement restent les mêmes pour les deux types de lignes, la longueur des portées étant égale à 50 mètres, on voit qu'il y aura avantage à employer les fils en alliage d'aluminium chaque fois que

$$24\ P_a + 20\ P\ 1{,}14 < 44\ P_c + 20\ P,$$

ou

$$P_a < 1{,}8\ P_c - 0{,}12\ P.$$

En fait, sur la plupart des lignes de télécommunications, la résistance des poteaux étant surabondante, il n'est pas utile d'envisager l'emploi de poteaux renforcés. Il suffit alors, pour que les fils d'aluminium soient d'un emploi avantageux, que le prix de l'aluminium soit inférieur à 1,8 fois celui du cuivre.

3. Essai de conducteurs en alliages d'aluminium sur les artères téléphoniques. — a) *Régime de pose adopté.* — En vue d'étudier

en pratique les possibilités d'emploi des nouveaux alliages durs d'aluminium sur les lignes téléphoniques, l'administration française des Postes et Télégraphes décida de construire plusieurs circuits d'essai. Ces circuits devaient être établis, en majeure partie, sur des lignes existantes, pour lesquelles les distances entre appuis étaient déjà déterminées et, en général, égales à 50 mètres, longueur réglementaire des portées. Le choix du diamètre du fil en alliage d'aluminium était fixé par sa résistance électrique, qui devait être égale à celle d'un fil de cuivre de 2,5^{mm}. Cela conduisait, comme nous l'avons indiqué, à utiliser des fils de 3, 35^{mm} de diamètre. La tension de pose fut choisie de manière à obtenir la même flèche qu'avec le fil de cuivre, à la température de 35°. Dans

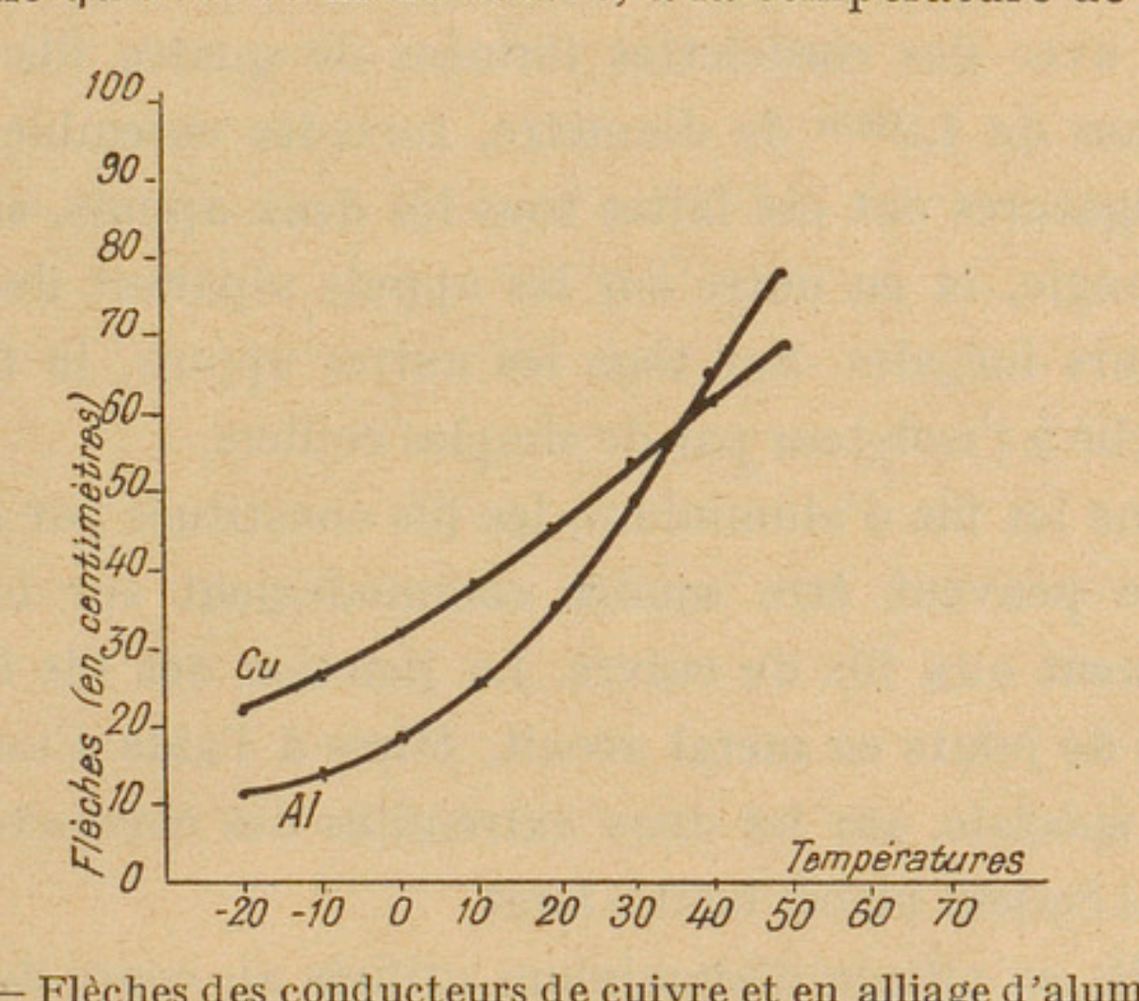


Fig. 1. — Flèches des conducteurs de cuivre et en alliage d'aluminium.

ces conditions, les flèches des nouveaux conducteurs restent inférieures à celles des fils de cuivre (fig. 1) pour les températures inférieures à 35°, et leur deviennent légèrement supérieures à des températures plus élevées. Le plus grand écart se produit vers 0 degré : il est de l'ordre de 15 centimètres pour les portées de 50 mètres. Il en résulte que, si des fils d'aluminium sont tendus au dessous de fils de cuivre, la distance verticale des fils au milieu de la portée est inférieure à la distance d'armement, et est diminuée d'environ 15 centimètres aux basses températures. Pour que des mélanges ne puissent se produire, il faut

donc observer avec soin les tensions de pose prescrites. La condition de pose choisie est aussi telle que le coefficient de sécurité du conducteur d'aluminium soit supérieur à celui du fil de cuivre dans tout l'intervalle des températures rencontrées en pratique.

b) *Mode de construction adopté.* — Les premières lignes d'essai furent construites, avec les nouveaux conducteurs, d'une manière absolument identique à celle dont sont construites les lignes en fils de cuivre. Le fil de ligne était fixé sur les isolateurs par des colliers ou ligatures réglementaires. Le collier était constitué par un fil d'alliage d'aluminium recuit ou, sur certaines lignes, par un fil d'aluminium pur de 2,5^{mm} de diamètre. Les ligatures étaient effectuées avec des cordelettes formées de quatre fils en alliage d'aluminium de 1,2^{mm} de diamètre, torsadés ensemble. En principe, les ligatures ont été faites tous les deux appuis, sur tous les appuis d'angle, et en outre sur les appuis séparant deux portées de longueurs inégales. Sur tous les autres appuis, le fil de ligne était attaché à l'isolateur par de simples colliers.

Comme les fils d'aluminium, les fils constitués par les alliages utilisés ne peuvent être soudés commodément sur le chantier, contrairement aux fils de cuivre. La jonction des fils fut réalisée au moyen de joints en métal recuit, étirés à l'aide d'une machine portative spéciale, sur les deux extrémités des conducteurs à raccord r, qui étaient placés bout à bout.

Les fils en alliage d'aluminium utilisés au cours de ces essais avaient été fabriqués par deux sociétés françaises : la société l'Electro-câble et la société l'Aluminium français. Les deux alliages, présentés sous les noms d'*aldrey* et d'*almelec*, différaient légèrement par la proportion de magnésium et de silicium et par la succession de traitements thermiques et mécaniques qu'ils avaient subie. Le programme d'essai de l'administration française comportait, avec l'étude de la possibilité d'emploi de ces alliages, la comparaison des deux produits, que nous désignerons par *alliage A* et *alliage B* pour faciliter notre exposé.

c) *Spécification des lignes d'essai.* — Il fut décidé tout d'abord de construire trois lignes d'essais, situées dans trois régions pré-

sentant des différences marquées relativement aux conditions climatiques, et choisies autant que possible en montagne ou au bord de la mer. Par suite des circonstances, il ne pouvait être question de créer des artères entièrement nouvelles à l'occasion de ces essais, et l'on dut se résoudre, sur deux de ces lignes, à admettre la coexistence des fils de cuivre et des nouveaux conducteurs.

L'une de ces lignes fut construite en mars 1928 dans les Basses-Pyrénées, entre Gan et Herrère d'une part et Gan et Laruns d'autre part. L'artère, entièrement reconstruite à neuf à la suite d'un déplacement important, était exclusivement constituée par des fils d'alliage A et comportait une douzaine de circuits sur une distance approximative de 30 kilomètres. Les fils de ligne étaient supportés, en général, par des isolateurs de porcelaine du type réglementaire (isolateurs à oreilles). Ils y étaient fixés par des colliers ou des ligatures en fils d'alliage A convenablement recuits. Cette ligne était construite en bordure de routes sinueuses, de sorte que les différentes portées atteignaient rarement la longueur réglementaire de 50 mètres. D'autre part, de nombreux appuis étant en tirage, le fil de ligne avait dû être arrêté sur la plupart des isolateurs. Pour caractériser les conditions de cet essai, il faut encore noter que la région est rarement soumise à l'action de vents violents.

La deuxième ligne d'essai fut construite au début de 1929 dans le Jura, pour constituer deux circuits entre Saint-Claude et Moirans, en partie avec des fils d'alliage A et en partie avec des fils d'alliage B. La plupart des fils à ligature ou des fils pour collier étaient en aluminium pur. Les fils de ligne étaient supportés par des isolateurs à oreilles, en verre. Les portées avaient, en général, une longueur de 50 mètres ; mais quelques unes présentaient une longueur exceptionnelle (près de 100 mètres) pour éviter certaines difficultés de construction. Les circuits Saint-Claude—Moirans, d'environ 16 kilomètres de longueur, devaient être posés sur une artère existante, au dessous de circuits en fils de cuivre.

Enfin la troisième ligne d'essai fut établie en 1929 dans la Manche, entre Valognes et Saint-Lô. Les deux circuits, posés sur

une distance de 62 kilomètres, furent aussi construits avec les deux alliages A et B. Une partie de la ligne, comprise entre Saint-Lô et la voie ferrée de Paris à Cherbourg, était relativement abritée, alors que la partie longeant la voie ferrée, particulièrement dans la région de Carentan, était soumise à l'action de vents marins violents. Ces deux circuits furent posés sur une artère existante, au dessous de circuits en fils de cuivre. Les ligatures et les colliers furent, en général, effectués avec des fils d'aluminium pur.

d) *Résultats obtenus sur les lignes d'essai.* — La construction de ces trois lignes d'essai fut suivie de près ; toutes les précautions recommandées par les constructeurs furent ponctuellement observées ; les barêmes de pose, rigoureusement suivis, la tension des fils étant réglée au dynamomètre, puis vérifiée par le comptage du nombre d'oscillations des fils. D'autre part, après leur construction, ces lignes furent observées soigneusement, et des constatations intéressantes furent faites dès la fin de l'année 1929. A cette époque, en effet, si les lignes du Jura et des Basses-Pyrénées étaient demeurées en bon état, sans qu'aucune usure importante eût pu être relevée, il n'en était pas de même de la ligne construite entre Valognes et Saint-Lô. Quelques mois après sa mise en service, on pouvait, en effet, constater que les fils de ligne étaient attaqués en

Fig. 2. — Attaque des fils de ligne par les ligatures.

de nombreux points : ils étaient usés par frottement sur le verre de l'isolateur, lequel était souvent lui-même entraîné par le fil. Sur les isolateurs d'arrêt, les fils de ligne étaient attaqués aux points où ils étaient en contact avec les fils de ligature. En ces points, le fil de ligature s'incrustait dans le fil de ligne, en y creusant des sillons hélicoïdaux comme il l'aurait pu faire s'il avait été d'une dureté très supérieure (fig. 2). Les circuits Valognes—Saint-Lô se trouvaient donc en très mauvais état quelques mois après leur pose,

et il fallait en effectuer une révision complète, comportant le remplacement de diverses sections du fil de ligne et de nombreuses ligatures. Cette première visite faisait donc supposer que les résultats seraient très médiocres, et qu'à l'issue de l'hiver l'usure se

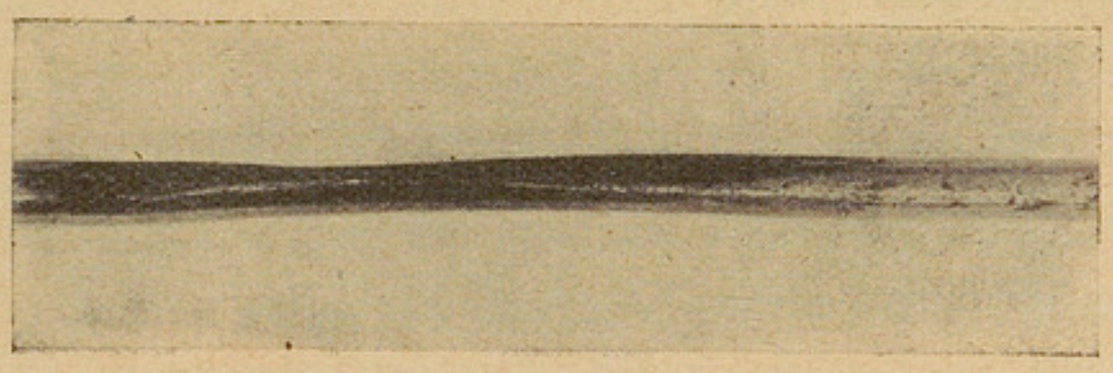


Fig. 3. — Fil de ligne usé à un isolateur.

serait accrue considérablement par suite des surcharges diverses subies par les fils pendant la mauvaise saison.

Pendant l'hiver 1929—1930, les circuits Saint-Claude—Moirans se comportèrent assez bien : aucun dérangement grave ne survint sur cette artère. Toutefois, en certains points, le fil de ligne, ayant rompu ses colliers d'attache et n'étant plus retenu sur l'isolateur, était tombé sur la ferrure de la console et s'y était coupé par frottement. Ces résultats ne pouvaient être interprétés

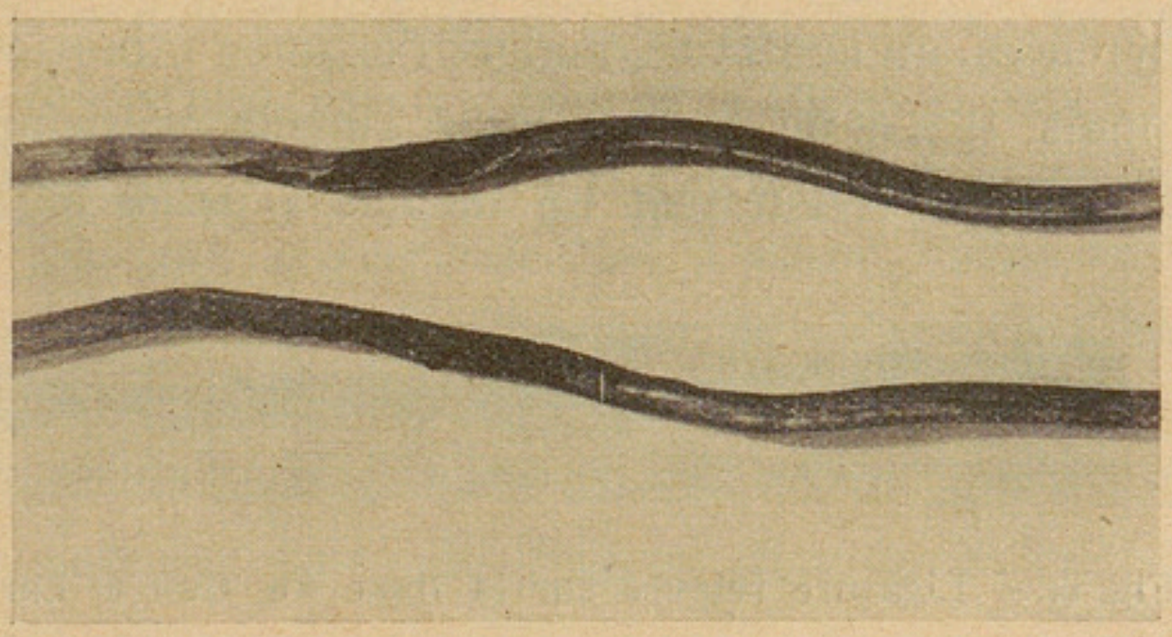


Fig. 4. — Usure des fils de $2^{mm}1/2$ utilisés pour les colliers.

a priori d'une manière favorable : il était plus vraisemblable de supposer que l'usure des fils n'était pas encore accusée au point de rendre précaire la solidité des circuits. C'est bien, en effet, ce qu'une visite minutieuse de la ligne permît de constater au début de l'année 1930. D'une manière générale, les fils de ligature étaient

usés, d'un diamètre souvent réduit de moitié, et s'étaient incrustés dans le fil de ligne en y formant des sillons en hélice identiques à ceux qui avaient été observés précédemment sur les circuits Valognes—Saint-Lô. Ce phénomène s'accusait surtout aux points

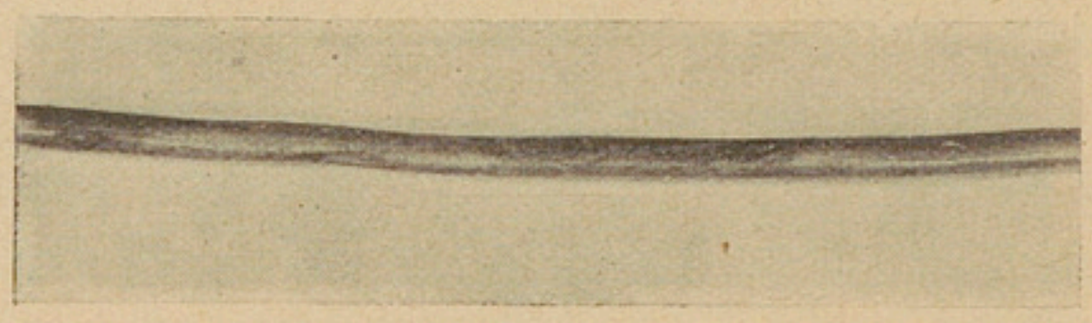


Fig. 5. — Collier relevé sur la ligne de Gan à Laruns.

où la ligne était exposée au vent, en particulier aux traversées de vallées étroites canalisant les vents dans une direction perpendiculaire au tracé de la ligne. Les résultats obtenus aux isolateurs où de simples colliers soutenaient le conducteur étaient encore plus défavorables : le fil de ligne (fig. 3) et les colliers (fig. 4) avaient subi par frottement une usure considérable, diminuant fréquemment leur section de moitié.

L'usure constatée au début de 1929 sur les circuits Valognes—Saint-Lô s'était aggravée beaucoup pendant l'hiver ; dans les Basses-Pyrénées, au contraire, malgré l'examen minutieux de nombreux appuis, il n'a pu être constaté aucune usure appréciable : quelques colliers présentaient un méplat à peine indiqué à leur

Fig. 6. — Ligature relevée sur la ligne de Gan à Laruns.

point de contact avec le fil de ligne (fig. 5) ; les ligatures examinées étaient en bon état (fig. 6) ; le fil de ligne, intact, présentait parfois sous la ligature une légère trace brillante disposée en hélice.

4. Interprétation des résultats obtenus sur les trois premières lignes d'essai. — En résumé, les résultats obtenus sur l'arère construite avec des fils en alliage A étaient satisfaisants ; ils

étaient défavorables sur les deux autres artères, construites l'une et l'autre en partie avec l'alliage A et en partie avec l'alliage B.

Malgré ce qu'ils peuvent avoir de contradictoire, ces premiers résultats permettent cependant de formuler quelques conclusions intéressantes. Il faut noter tout d'abord que les deux lignes les plus éprouvées étaient construites l'une au voisinage immédiat de la mer et l'autre dans une région très éloignée des influences marines. Il semble par conséquent que l'action corrosive de l'air marin n'ait pas une influence prépondérante sur l'usure des circuits d'essai construits en fils d'alliage d'aluminium. Au contraire, l'action mécanique du vent est beaucoup plus grave : elle entraîne l'usure et la rupture du fil par frottement ou par des corrosions intercristallines du métal.

L'artère construite dans les Basses-Pyrénées s'est très bien comportée ; cela peut provenir soit de ce qu'elle est construite exclusivement avec des fils d'alliage A, soit de ce qu'elle est établie dans une région particulièrement favorisée. La première hypothèse ne pourrait être valable que si l'on pouvait établir que, sur les deux autres artères, les usures n'affectaient que les fils en alliage B ; or l'usure généralisée des fils posés dans la Manche et dans le Jura doit faire écarter cette explication. Au contraire, la deuxième hypothèse paraît devoir être adoptée, car, si l'incrustation du fil à ligature dans le fil de ligne a été observée particulièrement sur les deux artères affectées d'usure, même sur les circuits Gan—Laruns, on a pu constater des traces brillantes disposées en hélice sur le fil de ligne. Ces traces sont sans doute la toute première manifestation de l'usure du fil, qui avait résisté particulièrement par suite du régime climatique spécial de la région.

Il était évidemment intéressant de confirmer ces vues par des essais de laboratoire permettant de séparer les différentes causes de corrosion se manifestant sur les lignes réelles. A cet effet, nous avons tendu des fils entre des isolateurs, en les y fixant par des ligatures de modèles variés. En leur milieu, ces fils étaient entraînés par une bielle donnant un mouvement de va-et-vient dont l'amplitude avait été calculée pour donner à la partie du fil

serrée sous la ligature une torsion du même ordre que celle que prend le fil réel de 50 mètres de longueur sous l'effet des balancements dus au vent. On a pu ainsi relever, sur les fils essayés, après environ 160.000 balancements, des sillons en hélice à peu près semblables, quoique moins accusés, à ceux que présentaient les lignes réelles (fig. 7). La différence dans l'intensité de l'usure provient très probablement de ce que l'essai était effectué dans une atmosphère sèche, donc avec des fils propres, ne présentant aucune trace d'oxydation. Sur les lignes réelles, au contraire, les fils s'oxydant, l'alumine formée vient accroître l'effet de l'usure causée par le frottement du fil de ligature sur le fil de ligne, par suite de

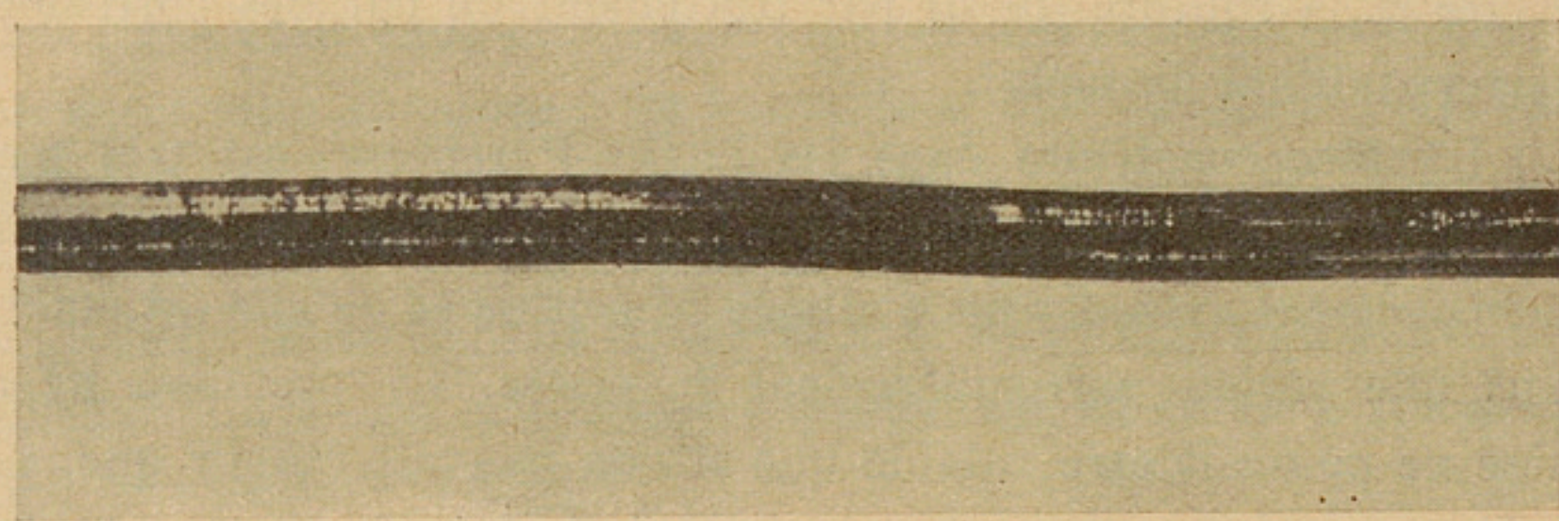


Fig. 7. — Usure obtenue au laboratoire sur un fil en alliage d'aluminium.

son action abrasive très marquée. Cette action est d'ailleurs accrue par un certain effet d'électrolyse. Si l'on met en présence, en effet, dans un électrolyte, un fil de ligne en alliage d'aluminium avec un fil de même nature mais ayant été recuit, on observe la formation d'une pile, le métal recuit jouant le rôle de pôle négatif et le métal écroui étant le pôle positif. Il est donc naturel d'admettre, par suite, qu'en présence de l'humidité et du gaz carbonique de l'atmosphère un couple électrolytique vienne s'établir aux ligatures ; au cours des réactions qui en résultent, le fil recuit de la ligature tend à s'oxyder, et la couche d'alumine dont il se revêt lui permet de s'incruster facilement dans le fil de ligne, qui, lui, au contraire, ne s'oxyde pas, puisqu'il n'est soumis qu'à l'action de l'hydrogène résultant de l'électrolyse. On peut expliquer de la même façon l'usure excessive constatée sur le fil de ligne aux points de contact avec les colliers.

On pourrait contester cette interprétation parce que, jusqu'ici, rien de semblable n'avait été signalé sur les circuits en fils de cuivre. Dans les mêmes conditions, en effet, un couple électrolytique peut se former avec du cuivre écroui et du cuivre recuit.

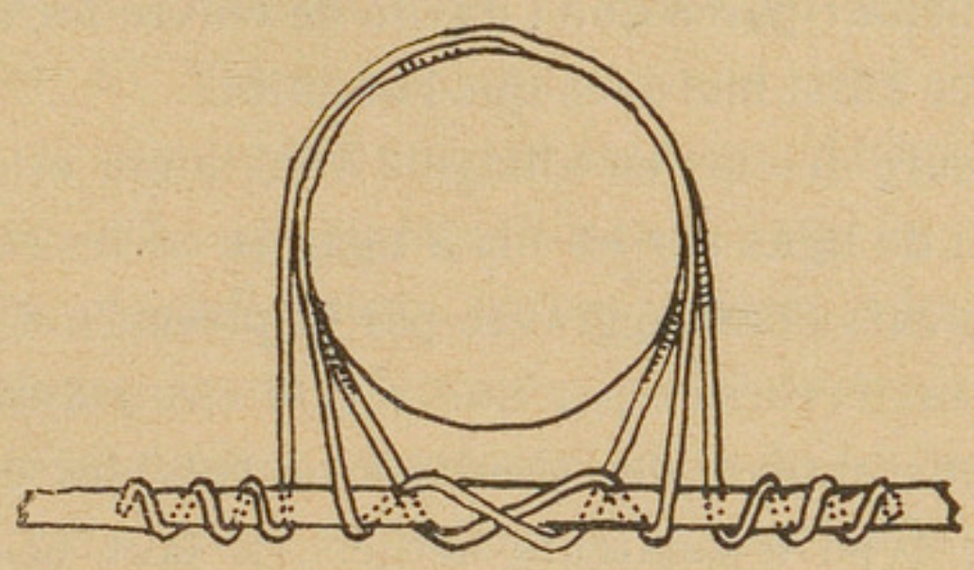


Fig. 8. — Ligature ordinaire.

Au laboratoire, l'électrolyte utilisé étant de l'eau très faiblement acidulée par de l'acide sulfurique, la force électromotrice de la pile formée était encore sensible, bien qu'elle fût très inférieure à celle qu'on obtient avec des fils en alliage d'aluminium (1). Il peut

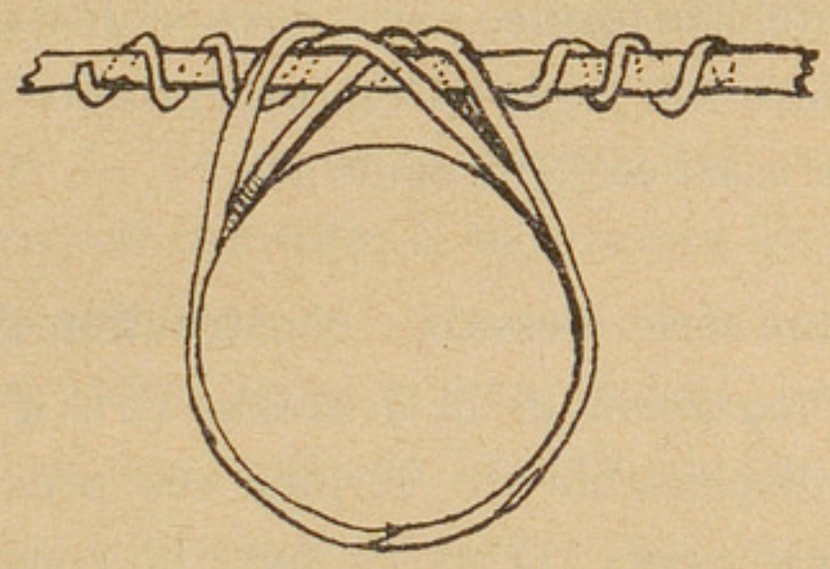


Fig. 9. — Nouveau type de ligature.

donc paraître surprenant que les fils de cuivre ne subissent pas d'usure sous les ligatures : si l'intensité de la corrosion électrique qui intervient est moindre que pour l'aluminium, la durée d'exposition à l'action atmosphérique des lignes en cuivre existantes doit cependant largement compenser cette différence d'inten-

1. Dans les conditions de l'expérience, les forces électromotrices obtenues étaient : pour les fils de cuivre, 20 millivolts ; pour les fils en alliage d'aluminium : 90 millivolts.

sité. Or, en fait, cette corrosion existe bien, et nous avons pu la constater sur certains circuits construits en fils de cuivre. Il est d'ailleurs tout à fait normal que l'usure soit moins accusée, non seulement à cause de la moindre intensité de l'action électrolytique, mais surtout parce que l'oxyde de cuivre formé n'a pas une action abrasive aussi marquée que l'alumine.

Ainsi l'usure des fils en alliage d'aluminium est due aux frottements du fil de ligne sur les fils à ligature ou les colliers, l'action de ces frottements étant aggravée par la présence d'alumine, dont la formation est favorisée par une action électrolytique. Il en résulte que, pour obtenir des résultats acceptables en pratique en conservant le type d'isolateurs actuels, il faut utiliser des ligatures empêchant tout déplacement du fil de ligne et, en particulier, toute rotation de ce fil à l'intérieur de sa ligature. Les essais faits au laboratoire ont donné quelques indications sur la valeur, à cet égard, de différents modèles de ligatures. La meilleure de celles qui ont été essayées paraît être la ligature du type administratif (fig. 8) lorsqu'on l'effectue avec un fil recuit de 2,5^{mm} de diamètre au lieu de la cordelette formée par la torsion de quatre fils de 1,2^{mm}. Une autre ligature fut jugée assez satisfaisante (fig. 9) et retenue en principe pour essai en ligne courante.

5. Deuxième série d'essais : construction de deux nouvelles lignes. — a) *Programme de la deuxième série d'essais.* — Il était évidemment indispensable de vérifier ces premières conclusions par de nouveaux essais. Dans ce but, la construction de deux nouvelles lignes en fil d'aluminium fut décidée. L'une de ces lignes devait être placée au voisinage de la mer ; l'autre, dans une région qui en serait éloignée, mais où les fils resteraient cependant soumis à l'action de vents transversaux suffisamment violents. D'autre part, les deux alliages d'aluminium n'étant pas absolument identiques et pouvant ne pas se comporter de la même façon, ce qui expliquerait les résultats discordants obtenus sur les premières artères d'essai, il était indispensable de placer les fils de ces deux alliages exactement dans les mêmes conditions. Enfin, pour faire ressortir l'utilité d'empêcher le déplacement du fil de ligne par rap-

port à ses ligatures, il fallait comparer des sections de circuit où toutes les précautions avaient été prises pour atteindre ce but, avec d'autres sections construites suivant le procédé habituel.

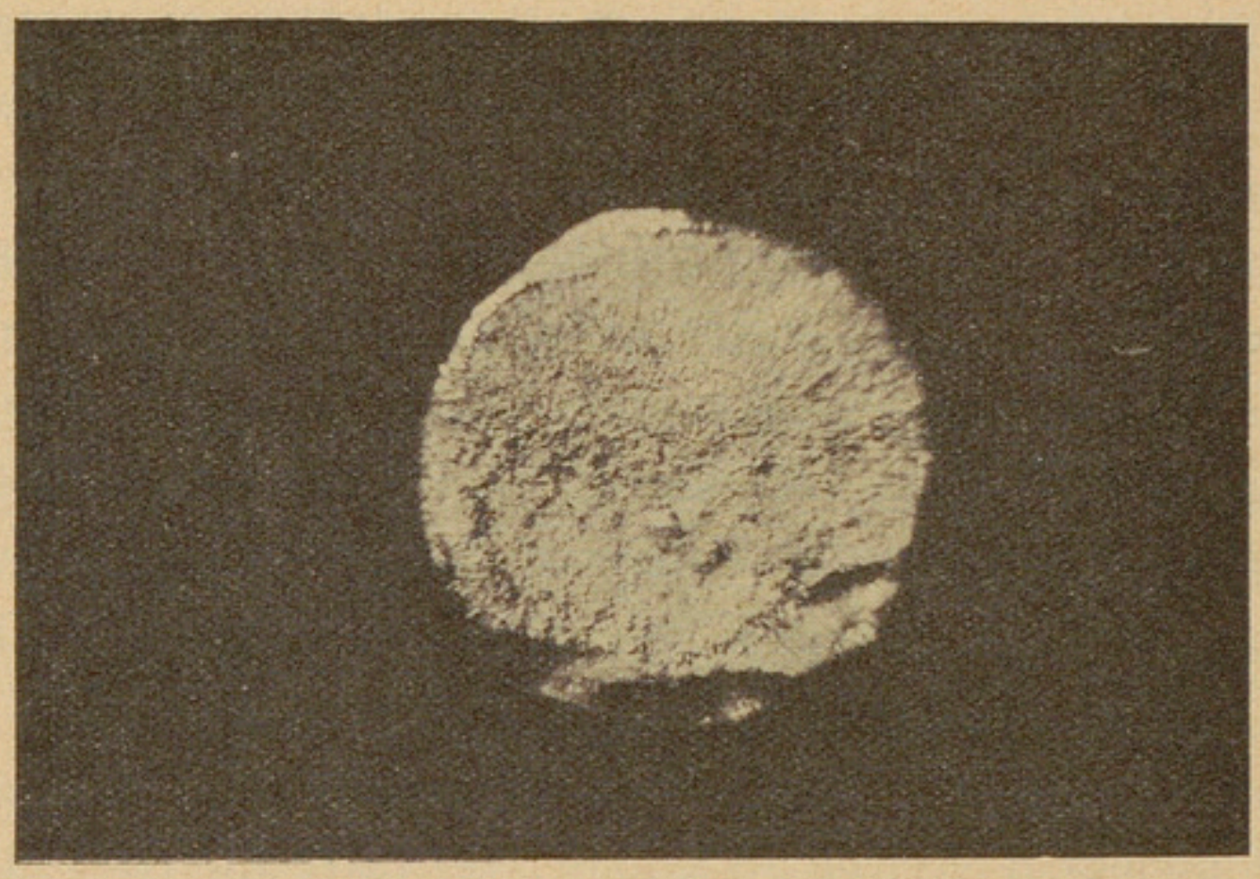
b) *Spécification des nouvelles lignes d'essais.* — L'un des circuits d'essai fut construit dans la Seine-Inférieure, entre Fontaine-le-Dun et St Valery-en-Caux ; d'une longueur d'environ 14 kilomètres, il comportait quatre sections, de longueurs à peu près égales entre elles, construites chacune avec un seul des deux alliages essayés, de telle sorte qu'on pouvait admettre que les influences mécaniques ou chimiques de l'atmosphère sur deux sections adjacentes étaient les mêmes. Deux de ces sections étaient parallèles à la côte, entre St Valery et Veules-les-Roses ; les deux autres lui étaient à peu près perpendiculaires, entre Veules-les-Roses et Fontaine-le-Dun.

L'autre ligne d'essai formait un groupe de deux circuits posés sur une longueur d'environ 18 kilomètres, entre Chartres et Courville. Pour placer les deux alliages exactement dans les mêmes conditions, l'un des circuits du groupe était constitué avec deux fils d'alliage A ; l'autre, avec deux fils d'alliage B. Les consoles avaient reçu une marque à la peinture au voisinage des isolateurs supportant les fils A, de sorte qu'à première vue, en un point quelconque, on pouvait identifier la nature des fils malgré les rotations subies par les circuits.

Ces deux nouvelles lignes d'essai furent posées en 1931 : celle de Chartres en mai, celle de Fontaine-le-Dun en septembre, avec les précautions d'usage pour assurer une tension des fils bien définie. Compte tenu des observations antérieures, on fixa les zones sur lesquelles il conviendrait d'employer soit des colliers, soit des ligatures d'arrêt du type réglementaire, faites avec quatre brins en fil de 1,2^{mm} ou avec un fil recuit de 2,5^{mm}, soit des ligatures du type nouveau, de façon à permettre une comparaison utile des résultats.

c) *Résultats obtenus sur les nouvelles lignes d'essai.* — D'une manière générale, les inconvénients relevés sur les lignes construites en 1930 furent de nouveau relevés sur les fils posés en 1931, tant sur les fils en alliage A que sur ceux en alliage B, qui paraissent

bien se comporter de la même façon. Les usures aux ligatures d'arrêt sont beaucoup plus accusées sur les ligatures constituées avec des cordelettes de fils de 1,2^{mm} que sur celles qui sont faites



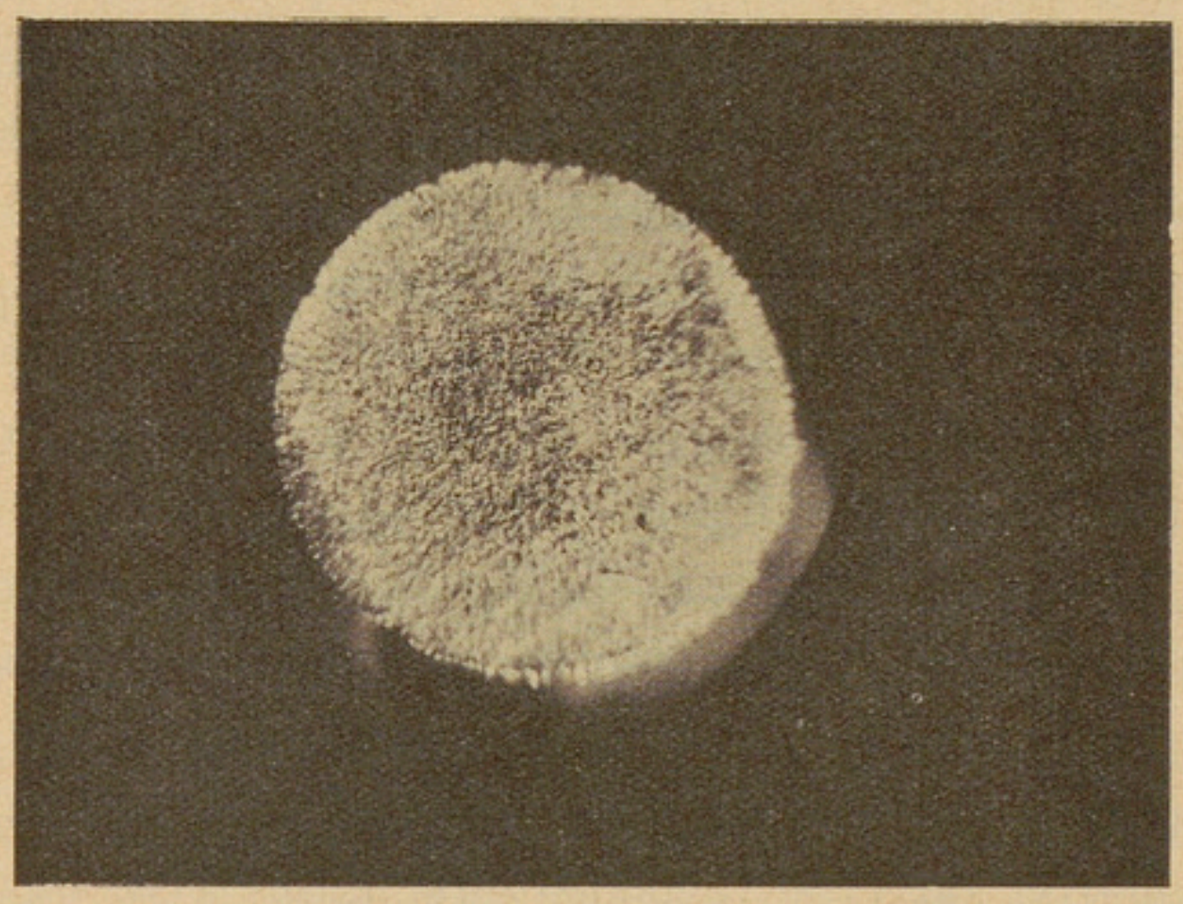


Fig. 10. — Sections droites de rupture du fil de ligne.

avec un seul fil de 2,5^{mm}. Le type de ligature réglementaire en fil de 2,5^{mm} paraît supérieur à la nouvelle ligature essayée. Enfin les usures sont moins importantes sur les sections où le fil est arrêté à chaque appui que sur celles où il n'est arrêté que tous les deux appuis.

Les essais de 1931 ont fait en outre ressortir de très graves inconvénients des fils d'alliage d'aluminium, qui n'avaient pas été constatés au cours des premiers essais. De très nombreuses ruptures du fil de ligne se sont produites : la cassure s'effectue nettement, dans un plan de section droite, et a lieu soit en pleine ligne, soit au voisinage immédiat d'un manchon de jonction, soit même sur le collet des isolateurs. L'examen micrographique du fil dans la section droite de rupture met en évidence une certaine hétérogénéité du métal, due soit à un défaut de fabrication, soit à une corrosion intercristalline sous l'effet des vibrations causées par le vent (fig. 10). Nous estimons d'ailleurs que ces ruptures doivent être surtout imputées à la première cause ; car, bien qu'elles aient été relevées sur les deux types de fils, elles furent beaucoup plus nombreuses sur les fils en alliage A que sur ceux en alliage B. D'ailleurs, ces ruptures ne s'étaient produites que très rarement sur les premières lignes d'essai (deux ou trois signalées en deux ans), alors qu'elles furent très nombreuses sur les nouvelles lignes : dix-neuf sur les circuits Chartres—Courville, du 12 mai au 29 octobre 1931, période pendant laquelle aucun fil de cuivre des circuits supportés pour les mêmes appuis ne fut rompu.

6. Conclusion — La série des essais systématiques qui ont été faits sur des lignes de télécommunications en alliages d'aluminium a permis de préciser les règles de construction qui assurent la meilleure utilisation des nouveaux conducteurs. La nécessité d'arrêter les fils de ligne sur chaque isolateur paraît bien établie. Les ligatures utilisées pour arrêter les fils sur les isolateurs doivent être spécialement conçues en vue d'éviter toute rotation du fil de ligne. Pour les effectuer, il est désirable d'utiliser un fil recuit d'un fort diamètre, mais présentant une souplesse suffisante en rendant possible l'enroulement facile sur le fil de ligne. Il serait sans doute avantageux, à défaut d'un procédé d'attache plus perfectionné que celui qui est actuellement en usage, d'interposer entre la ligature et le fil de ligne une matière plastique à déterminer, qui éviterait tout frottement entre les deux fils métalliques.

Les fils en alliages durs d'aluminium ne pourront toutefois

donner des résultats intéressants, sur les lignes de télécommunication, que lorsque les métallurgistes arriveront à fournir des fils de petit diamètre d'une fabrication absolument homogène. Comme nous l'avons indiqué plus haut, les nombreuses ruptures constatées au cours de la deuxième série d'essais ne peuvent être imputées qu'au défaut d'homogénéité des fils. Ce n'est que lorsque ce problème aura reçu une solution entièrement satisfaisante que les essais d'utilisation des fils d'aluminium sur les lignes téléphoniques pourront être repris avec fruit. La difficulté peut être grande, mais ne peut être de nature à rebuter les recherches, puisque des inconvénients aussi graves ont fait douter jadis, paraît-il, de la possibilité de substituer les fils de cuivre aux fils de fer utilisés sur les lignes télégraphiques. Nous ne doutons pas que, dans un avenir que nous espérons proche, les alliages d'aluminium, complètement mis au point, ne soient couramment utilisés sur les lignes de télécommunications, concurremment au cuivre. Nous serions heureux d'avoir pu contribuer à hâter la solution du problème posé, en mettant en lumière les divers inconvénients qui ont surgi au cours des premiers essais.

ÉTAT ACTUEL DU SERVICE AUTOMOBILE DES SERVICES TECHNIQUES DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES. [1]

La présente note a pour but de mettre à jour les renseignements fournis par la note insérée dans les *Annales* de juin 1930, en exposant les modifications apportées depuis cette époque :

1° au recrutement du personnel ;

2° à certaines caractéristiques du matériel roulant.

Recrutement du personnel. — L'importance prise par le service automobile au cours des années de généralisation nécessite la stabilité du personnel de contrôle des opérations du service et d'entretien des véhicules : chefs de garage ou mécaniciens dépanneurs. Ces agents étaient à l'origine, recrutés sur titres et incorporés en qualité d'ouvriers de main d'œuvre exceptionnelle.

Les *mécaniciens dépanneurs des services automobiles* sont actuellement recrutés par voie de concours. Ce recrutement se base sur une sélection poussée, puisqu'il met en concurrence :

a) les agents mécaniciens des ateliers ;

b) les agents titulaires du service des lignes et du service des installations et les ouvriers commissionnés de toutes les catégories ;

c) les candidats étrangers à l'administration.

Pour éviter les demandes de mutation de mécaniciens-dépanneurs vers d'autres branches du service mieux pourvues, leur cadre a été doté d'emplois d'avancement, dont les titulaires, dénommés comme par le passé *chefs de garage des services automobiles régionaux*, sont recrutés parmi les mécaniciens-dépanneurs très bien notés, présentant par ailleurs l'autorité et l'acti-

1. Note communiquée par la direction de l'Exploitation téléphonique.

vité nécessaires pour la conduite d'un personnel et la gestion d'un garage.

Caractéristique du matériel. — a) *Voitures de service.* — L'utilisation intensive des voitures de services découvertes en avait déjà

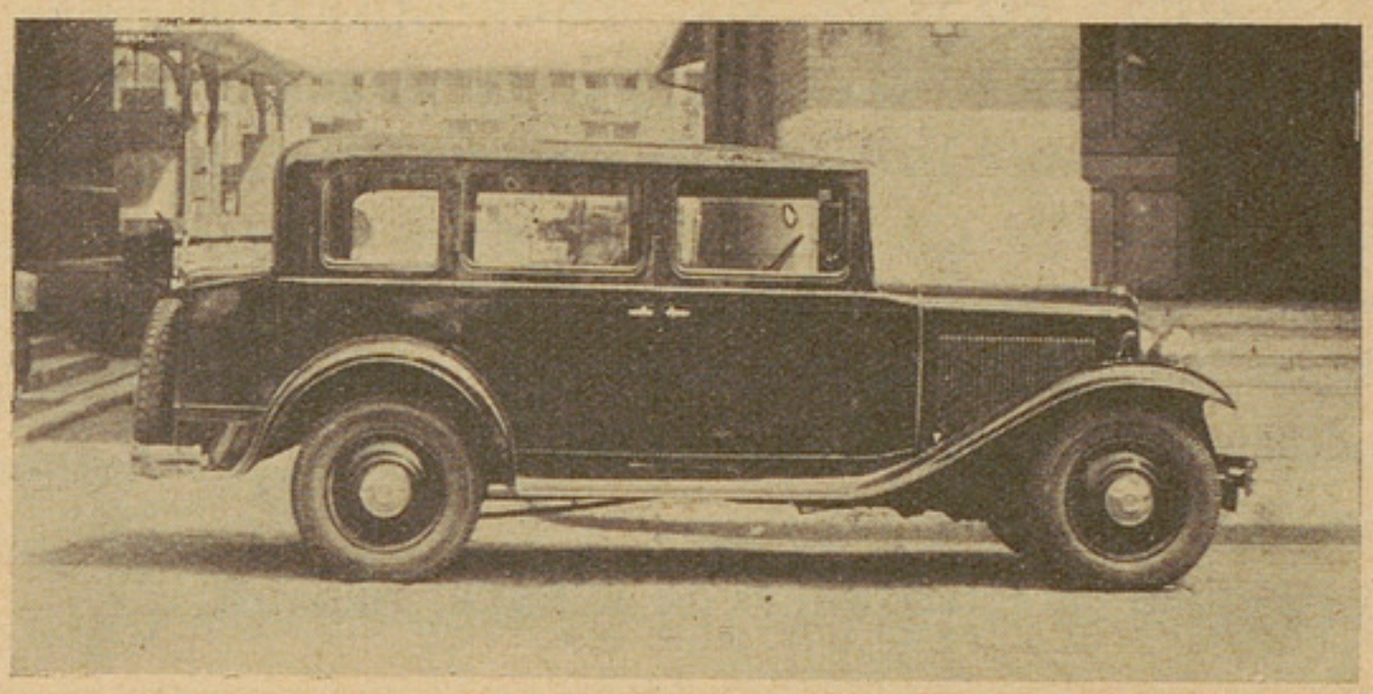


Fig. 1.

révélé les sérieux inconvénients : les fonctionnaires qui les utilisent, la plupart du temps pour de longs trajets, se trouvaient, pendant plusieurs heures consécutives, exposés aux intempéries, dont les

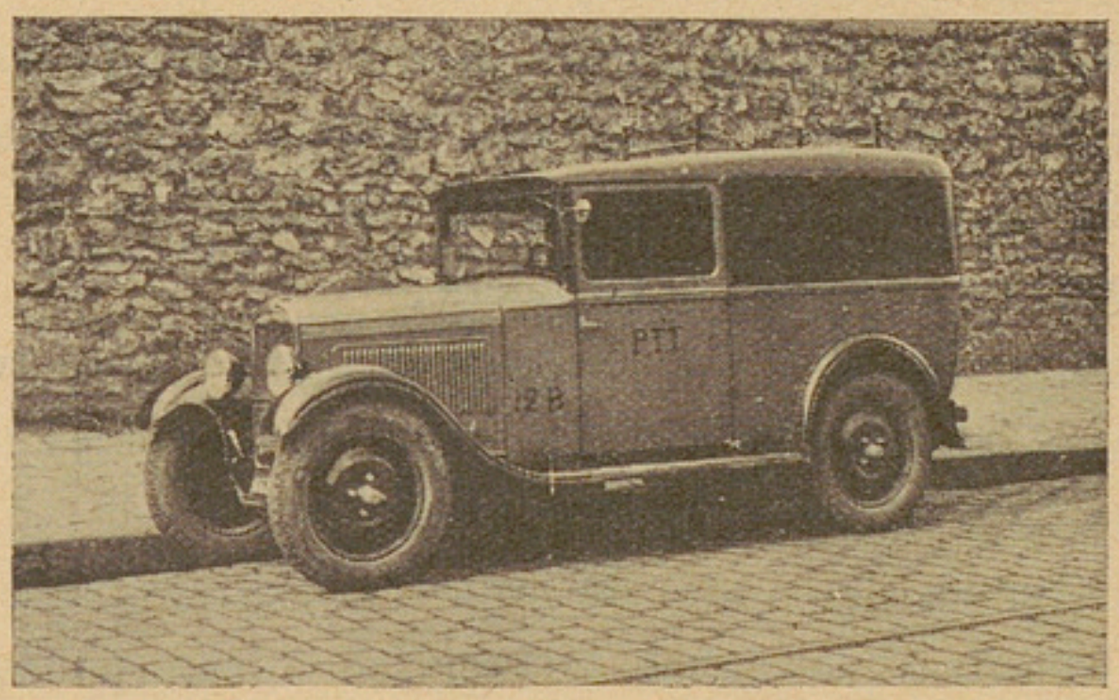


Fig. 2.

effets étaient encore accrus par la vitesse. L'adoption de voitures fermées s'imposait absolument.

Les voitures faisant l'objet des marchés passés en 1930 et 1931 (fig. 1) comportent des châssis de série sur lesquels sont montées

des carrosseries appartenant aux types dénommés par les constructeurs *conduite intérieure* ou *berline*. Elles sont munies d'une malle d'arrière permettant le transport d'appareils de mesure ou de documents volumineux.

b) *Voitures de dérangements*. — Leurs châssis appartiennent aux types de série. Les carrosseries ont légèrement évolué depuis le type *camionnette marchande* initial, à ridelles et hayons entièrement en bois. Les constructeurs ont, en majorité, adopté les modèles entièrement tôlés, dans lesquels la protection des passagers contre les intempéries est assurée non plus par un avant de torpedo, mais

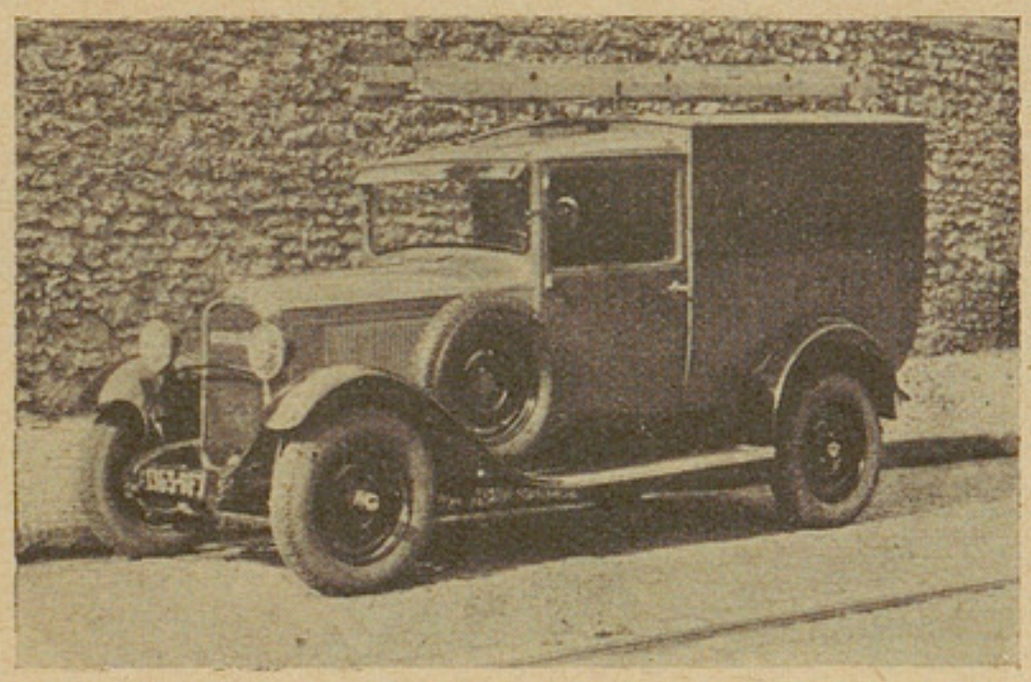


Fig. 3.

par un avant à conduite intérieure (fig. 2). Ce mode de construction donne à l'ensemble une plus grande rigidité : ceci a permis, en particulier, de placer le porte-échelle sur le toit, de façon à obtenir une charge équilibrée.

Il a été reconnu que, sur certains parcours particulièrement accidentés, les châssis de 6 chevaux étaient insuffisants : ceci a conduit l'administration à adopter des châssis de 9 chevaux (fig. 3).

c) *Voitures de construction*. — Ces voitures, dont l'aménagement de carrosserie s'est montré satisfaisant dans son ensemble, ont reçu quelques adjonctions tendant à assurer au personnel de meilleures conditions de transport : installation de bancs relevables à l'intérieur des carrosseries, étude de la ventilation des caisses et de la forme des tuyaux d'échappement en vue de l'évacuation des gaz et de la poussière (fig. 4).

Ces voitures, initialement éclairées à l'acétylène dissous (système Magondeaux), ont reçu en 1930, l'éclairage électrique, qui se prête mieux aux diverses combinaisons (route, croisement, veilleuse) prescrites par le code de la route.

La mise au point des remorques pour le transport des poteaux

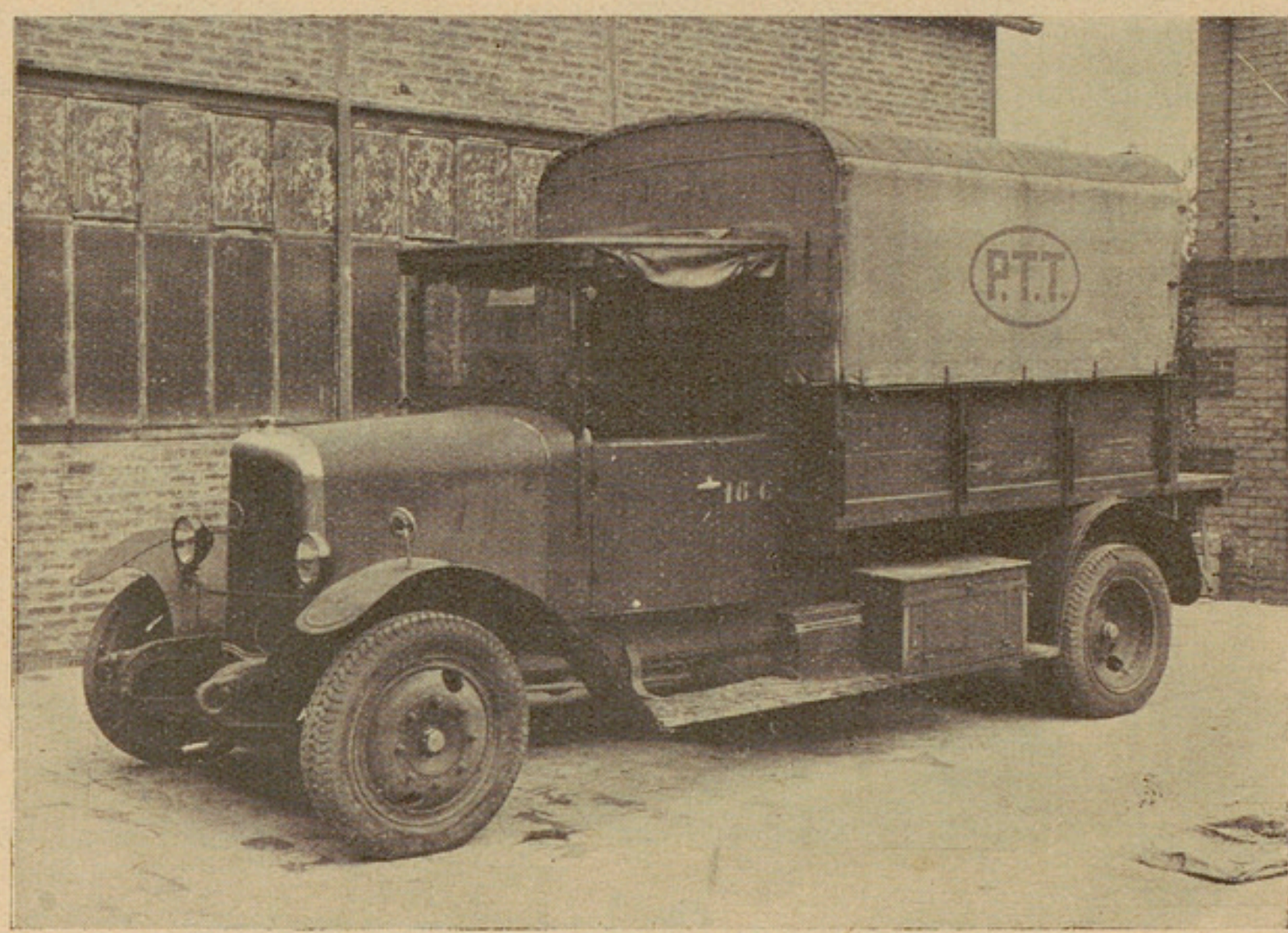


Fig. 4.

a été poursuivie : l'usage a révélé que le bâti ne résistait pas aux vibrations et chocs transmis au châssis par l'intermédiaire des bandages pleins, et que la tenue du matériel à vide était défectueuse. Les remorques ont été montées sur pneumatiques jumelés, avec timons de bois extensibles pour les unités déjà en service. Pour les nouveaux marchés, un timon spécial a été mis à l'étude. Enfin le freinage avec commande à partir du poste de conduite de la camionnette a dû être établi, ainsi que l'éclairage électrique de la plaque de police d'arrière.

d) *Voitures de transport de matériel.* — Les camions de 4 tonnes actuellement en service appartenaient au type le plus couramment employé à l'époque où ils ont été employés. Depuis, la technique des

transports des lourdes charges a nettement évolué : l'emploi des châssis surbaissés se répand de plus en plus.

L'administration a mis à l'étude un type de camion surbaissé (fig. 5), organisé en vue du chargement simple et rapide des bobines de câble. Ces camions associés à des remorques spéciales serviront comme par le passé au transport des poteaux.

Remarque. — Les besoins des services, les perfectionnements dont la pratique révèle la nécessité ont conduit à une augmentation du nombre de types de voitures en service ; il en résulte des difficultés supplémentaires pour le personnel chargé de l'entretien et

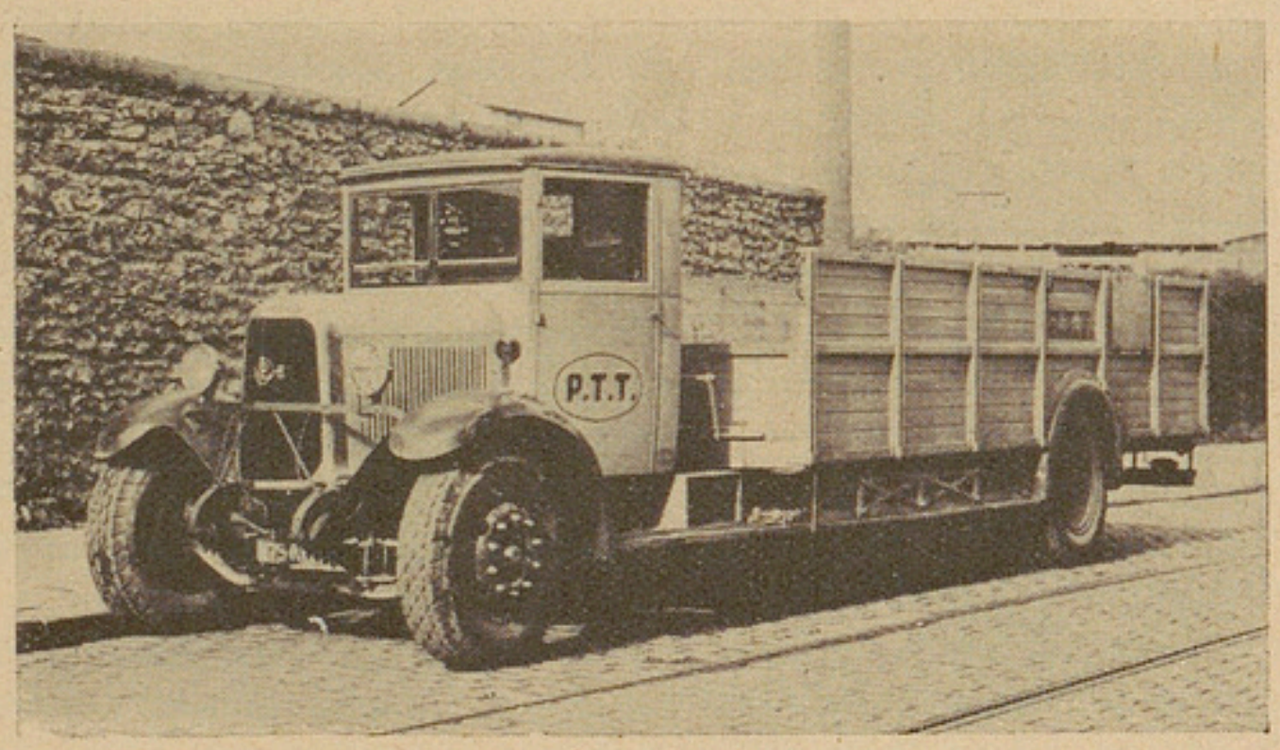


Fig. 5.

de la réparation des véhicules, surtout en ce qui regarde les réapprovisionnements. Ce fait avait conduit l'administration à étudier la limitation du nombre des modèles en service. Un premier pas vers cette limitation était le choix de marques déterminées, fait une fois pour toutes. Malheureusement, les constructeurs apportent des modifications constantes à leurs types, abandonnent certains d'entre eux et les remplacent par de nouveaux ; la faible importance de nos commandes, eu égard à leur production intensive, et les bas prix qu'ils sont amenés à consentir, rendent impossible la mise en train de modèles présentant des caractéristiques déterminées. Le bénéfice de la mesure est illusoire ; elle présente du reste le désavantage de supprimer le libre jeu de la concurrence.

Importance actuelle du service. — a) *Personnel.* — Au 1er mai 1932, le personnel était le suivant :

19 chefs de garage, dont 7 titulaires,
35 mécaniciens-dépanneurs, dont 29 titulaires,
728 chauffeurs titulaires,
175 chauffeurs auxiliaires.

b) *Matériel.* — A la même date, étaient en service :

41 voitures de service,
360 camionnettes de dérangements,
295 camionnettes de construction,
32 camions de 4 tonnes.

APPAREIL A LECTURE DIRECTE POUR LA MESURE ET L'ANALYSE DES BRUITS, [1]

par T. G. CASTNER, E. DIETZE, G. T. STANTON
et R. S. TUCKER.

La mesure des bruits et la détermination exacte des intensités sonores ont été l'objet de nombreuses communications. Les Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones *ont publié récemment deux articles, de caractère très différent* [2]. *qui ont résumé les principes essentiels de l'acoustique, notamment les définitions relatives à l'intensité objective et à l'intensité subjective des sons. Des indications variées y ont été données relativement aux caractèristiques et aux ordres de grandeur des bruits les plus usuels; quelques-uns des avis du Comité consultatif international pour les communications téléphoniques à grande distance y ont été résumés sous la forme de courbes types caractérisant les réseaux filtrants insérés dans les appareils pour la mesure des bruits suivant qu'on désire étudier les bruits dans un champ acoustique libre ou sur des circuits téléphoniques ou radio-téléphoniques. Dans l'article dont nous donnons ci-dessous la traduction, les auteurs décrivent un appareil qui a été étudié par les laboratoires Bell et dont la réalisation présente certaines particularités permettant de tenir compte des propriétés de l'oreille, telles qu'elles résultent des travaux de Fletcher et des études les plus récentes de l'acoustique physiologique, On y a fait intervenir notamment un élément intéressant, à savoir une espèce d'inertie de l'oreille qui la rend incapable d'apprécier à leur juste valeur les sons d'une durée trop courte. Les indications de l'appareil sont donc non seulement fonction de la fréquence comme c'était jusqu'ici le cas, mais encore de la durée. Il y a là une innovation qui permet vraisemblablement de définir les bruits par des nombres (unités logarithmiques rapportées à une intensité conventionnelle correspondant à un certain seuil d'audibilité) dont les valeurs relatives puissent se classer avec une approximation suffisante comme les impressions sonores subjectives.*

Les avantages d'un appareil à lecture directe pour la mesure de bruits audibles variés et de sons de différents genres sont universellement reconnus. L'appareil décrit ci-dessous permet précisément de mesurer aussi bien les bruits que les sons en général : on l'a appelé *sonomètre*. Les indications correspondent, dans la

---

1. Traduction de la Monographie B-563 (juin 1931) du Bell telephone system.

2. K.-W. Wagner, *Bruits* (*Annales* de mars 1932) ; P, Chavasse, *Note sur les bruits et leur mesure* (*Annales* de janvier 1932),

mesure où cela est possible pour un appareil simple et transportable, à la caractéristique de sensibilité de l'oreille établie d'après les expériences récentes. En particulier, on a porté son attention sur le fonctionnement de l'appareil dans le cas des sons de courte durée, qui constituent souvent une partie importante du bruit. Un appareil supplémentaire, qui permettra de faire l'analyse des sons aussi bien par bandes de fréquences que par fréquences individuelles, est actuellement à l'étude.

Pour montrer les conditions auxquelles doit satisfaire un appareil de ce genre, on a résumé dans cet article les caractéristiques du bruit et de l'ouïe et les propriétés que devrait posséder un appareil pour la mesure des bruits, pour que ses indications fussent en corrélation avec les effets produits par ces bruits.

Ce qu'un appareil pour la mesure des bruits devrait mesurer. — L'importance des problèmes relatifs au bruit provient du fait que le bruit est un phénomène gênant, qui produit des effets nuisibles, tels que l'interférence avec les sons que l'on écoute, l'énervement, la diminution de l'efficacité du travail, l'altération de la santé. Aussi pourrait-on croire désirable de construire un appareil pour mesurer directement ces effets. Mais la plupart d'entre eux dépendent de la psychologie de l'individu et nécessiteraient, pour leur évaluation, des études complémentaires importantes. De plus les appareils mesurant ces différents effets auraient probablement des caractéristiques différentes ; on aurait donc, dans ce cas, des appareils de mesure nombreux, dont les indications ne seraient pas comparables.

D'autre part, un appareil donnant une description purement objective d'un bruit, c'est-à-dire mesurant les caractéristiques physiques des ondes sonores relatives à ce bruit, n'est pas davantage désirable, car, dans ce cas, on ne connaîtrait pas la relation entre les indications de cet appareil d'une part, et d'autre part l'impression produite par ce bruit sur les personnes qui l'entendent.

C'est pourquoi la seule solution pratique du problème consiste à construire un appareil de mesure dont les caractéristiques se rapprochent, dans la mesure du possible, de celles de l'ouïe hu-

maine. C'est une solution logique, car, lorsqu'on mesure les bruits à l'aide d'un appareil à lecture directe, cet appareil remplace l'oreille. Comme les effet du bruit dépendent de l'ouïe, les indications d'un appareil ayant les mèmes caractéristiques que l'oreille humaine seront en corrélation avec les effets du bruit mesuré.

Le sonomètre décrit dans cet article est de ce type. Il constitue un appareil de mesure assez simple, qu'on peut se procurer facilement et qui permet de mesurer d'une façon commode des bruits de genres très variés ; ce besoin se faisait sentir lors de l'étude de nombreux problèmes différents relatifs aux bruits. Un modèle expérimental d'un tel appareil de mesure a déjà permis d'effectuer plusieurs mesures importantes, dont certaines sont décrites dans cet article. Ces données faciliteront les études de laboratoire relatives aux effets du bruit sur les personnes [1]. Lorsqu'on sera en possession des résultats de telles mesures, on pourra établir une relation approximative entre les indications du sonomètre et l'importance de ces différents effets.

En construisant le sonomètre, on s'est basé sur l'impression sonore, car l'impression sonore (intensité acoustique subjective ; en anglais, « loudness ») constitue la plus élémentaire et la plus universellement appréciée des caractéristiques d'un bruit. Comme l'impression sonore dépend de l'intensité acoustique (puissance acoustique traversant l'unité de surface), de la fréquence, de la durée et de la complexité plus ou moins grande de la forme d'onde, on doit considérer l'influence de chacun de ces facteurs lorsqu'on détermine les conditions auxquelles doit satisfaire un pareil sonomètre.

Description sommaire du sonomètre. — L'appareil comprend un microphone transformant l'énergie acoustique en énergie électrique, un amplificateur à lampes à cinq étages d'amplification, un dispositif gradué pour le règlage du gain, un réseau filtrant affectant les composantes de différentes fréquences de « poids » appropriés

1. Voir I dans la bibliographie ci-jointe,

correspondant à la sensibilité relative de l'oreille pour ces diverses fréquences, un redresseur redressant les deux alternances de l'onde et un appareil indicateur dont la rapidité de fonctionnement correspond à celle de l'oreille, et un dispositif permettant l'étalonnage acoustique de l'ensemble de l'appareil. Le dispositif gradué de réglage du gain permet de mesurer les intensités acoustiques subjectives dans un intervalle d'une étendue égale à 90 décibels (ce qui correspond à un rapport de 1.000.000.000 à 1 pour les valeurs extrêmes des puissances acoustiques appliquées à l'entrée), à l'aide d'un milliampèremètre à courant continu dont la graduation totale correspond à un

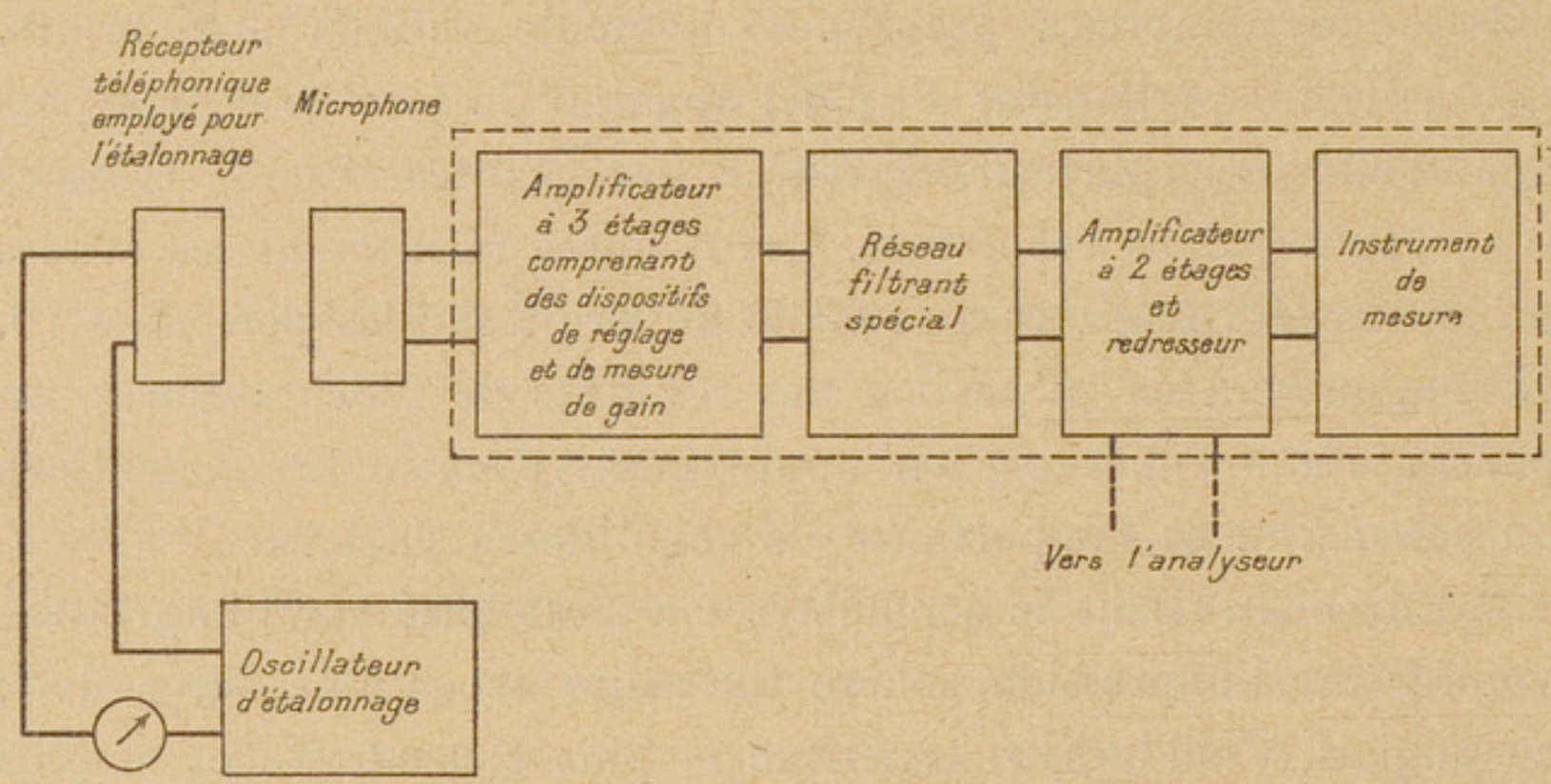


Fig. 1. — Schéma de montage du sonomètre.

intervalle de 15 décibels seulement. Le sonomètre comprend deux parties : l'amplificateur et la boîte des batteries, dans laquelle se trouve également le dispositif pour l'étalonnage de l'appareil et dans laquelle on a aménagé un emplacement pour le microphone. Sur la figure 1, on voit un schéma de l'ensemble de l'appareil, tandis que les croquis des figures 2 et 3 montrent l'aspect extérieur d'un modèle expérimental de l'appareil de mesure et de la boîte des batteries.

L'étalonnage s'effectue avec une onde sonore se propageant librement, dont la fréquence est de 1.000 p : s, et l'on prend, comme valeur de référence de la pression acoustique à cette fréquence, 1 millidyne par centimètre carré ; cette valeur de référence s'appelle la *pression acoustique de référence* (reference sound level) ; elle a

été choisie parce que c'est une base de référence commode et parce qu'elle est voisine du seuil d'audibilité pour un observateur

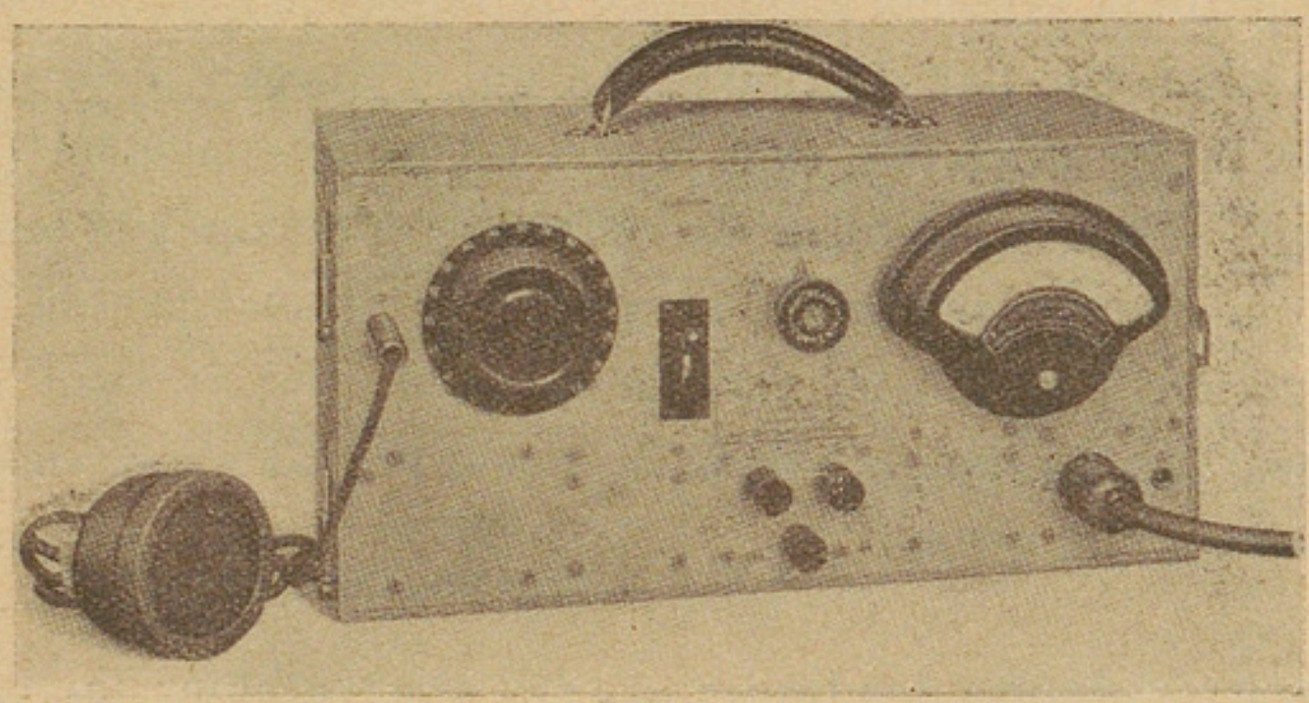


Fig. 2. — Sonomètre.

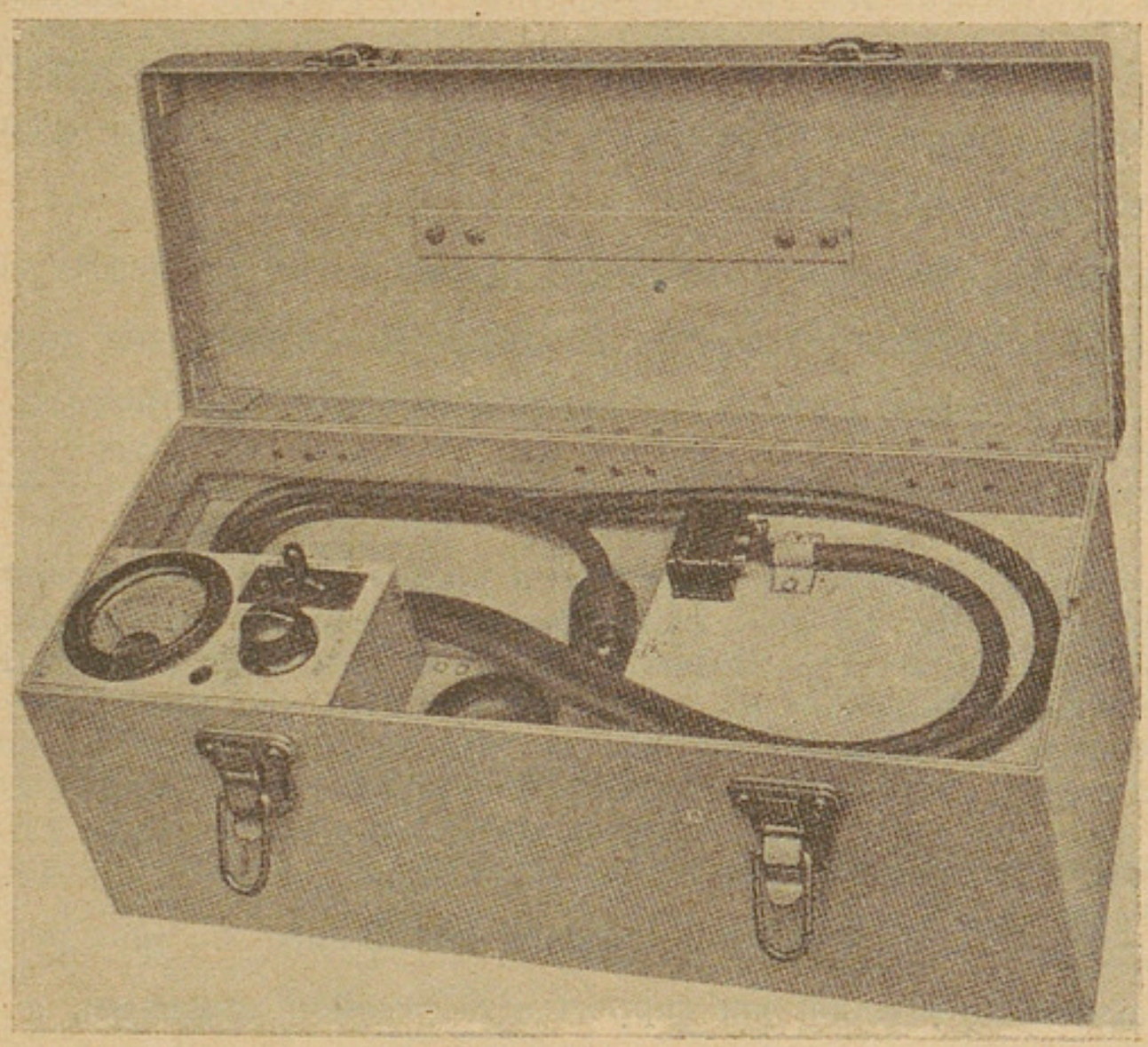


Fig. 3. — Boîte des batteries

moyen se trouvant dans un local parfaitement silencieux [1]. Lorsqu'on mesure un certain son ou bruit, on prend, comme

1, La pression acoustique de référence est, en réalité, de 5 ou 10 décibels supérieure au seuil d'audibilité correspondant à 1,000 p : s. On est en train de déterminer plus exactement cette relation.

mesure de sa valeur, le *niveau relatif de sensation* ou l'*intensité acoustique subjective relative*, c'est-à-dire la valeur en décibels du rapport entre la pression acoustique de référence définie ci-dessous et celle d'un son pur de 1.000 p : s qui donnerait avec le sonomètre la même déviation que le son ou bruit considéré (1). Les avantages d'une telle base de référence sont qu'elle est bien définie, facilement réalisable, et qu'elle ne dépend pas de l'équation personnelle de l'opérateur. Sa relation avec le seuil d'audibilité peut être déterminée avec la même précision que ce dernier est déterminé lui-même.

Caractéristiques des bruits. — On doit étudier les caractéristiques des bruits, car elles déterminent le domaine dans lequel on doit considérer les caractéristiques de l'oreille humaine et imposent des conditions très sévères aux appareils de mesure. L'intensité acoustique, la fréquence, la durée et la forme d'onde des bruits varient beaucoup.

En ce qui concerne l'intensité acoustique, les bruits couvrent tout l'intervalle des intensités audibles. Leur intensité acoustique varie depuis celle du tic-tac à peine audible d'une montre jusqu'à

---

1. Comme le sonomètre comporte un réseau filtrant correspondant à la sensibilité de l'oreille, on peut admettre que la définition ci-dessous est celle d'une intensité acoustique subjective. Mais on a coutume de définir l'*intensité acoustique subjective* ou *niveau de sensation* (en anglais « sensation level ») comme la valeur en décibels du rapport entre l'intensité acoustique du son mesuré à l'intensité acoustique correspondant au seuil d'audibilité. Dans le cas d'une onde sinusoïdale, ce qui est le cas du son de référence à 1.000 p : s. l'intensité acoustique est l'intégrale pendant une période de $I = \frac{p^2}{c\rho}$, p étant la pression acoustique instantanée) ou plus précisément l'accroissement de pression par rapport à la pression moyenne), c étant la vitesse de propagation et ρ la masse spécifique du milieu dans lequel l'onde acoustique se propage, Dans le cas d'une onde sphérique, cette formule est encore valable si le rayon de courbure r de l'onde est suffisamment grand pour qu'on puisse négliger $\frac{1}{r^2}$ devant $\frac{1}{r}$. Mais, comme la pression de 0,001 barye (dyne / cm²) prise ici comme valeur de référence, n'est pas celle qui correspond au seuil d'audibilité à 1000 p : s, la définition ci-dessus ne correspond pas en toute rigueur au niveau d'intensité usuel (ou intensité acoustique subjective usuelle). C'est pourquoi nous employons ici l'expression : « niveau *relatif* de sensation » ou « intensité acoustique subjective *relative* », (NOTE DU TRADUCTEUR.)

Niveaux (relatifs) de sensation correspondant a divers bruits.

BRUITS DE RUE A NEW-YORK :		DECIBELS au-dessus du seuil d'audibilité.	AUTRES BRUITS :
Distance de la source (en pieds).	Source ou nature du bruit.		Source ou nature du bruit.
35	Riveuse.	100	Train express traversant une station de métro (1).
15 à 20	Train électrique circulant sur une voie aérienne.	90	
15 à 75	Trafic de rue très intense, avec une voie ferrée sur viaduc.	80	Voiture de métro en pleine marche : intérieur de la voiture (2).
15 à 50	Camion automobile.	70	
15 à 75	Trafic de rue assez intense.	60	Moyenne pour 18 emplacements de téléphone dans les usines (1).
15 à 50	Autobus.	50	Grande salle : public qui parle (2).
15 à 300	Rue assez calme d'un quartier résidentiel après-midi.	40	Bruit moyen dans les locaux commerciaux (1).
	Niveaux minima du bruit.	30	Bruit de salle pendant la représentation dans une grande salle (2).
15 à 500	dans l'ensemble de la ville le jour. — moyen. pour 10 à 20 min. — moyen. pour 5 secondes.		
15 à 500	dans le centre de la ville la nuit. — moyenne pour 5 secondes.	20	Bruit moyen dans des locaux résidentiels (1).
		10	Niveau du bruit dans des locaux acoustiquement isolés.

1. Données obtenues par le Sous-comité mixte pour le développement et les recherches de la National électric light association et du Bell telephone system, dans des locaux où se trouvent des appareils téléphoniques.

2. Données obtenues par l'Electrical research products inc.

celle du sifflet d'une machine à vapeur ou de la détonation d'une pièce d'artillerie lourde, qui peuvent réellement endommager l'oreille d'un observateur se trouvant à proximité. Dans le tableau ci-joint, on a indiqué les niveaux (relatifs) de sensation correspondant à certains bruits qui se produisent fréquemment (1). (voir II et III de la bibliographie ci-jointe). Les données dont on dispose ne sont pas assez détaillées pour pouvoir prévoir exactement les niveaux (relatifs) de sensation correspondant aux bruits

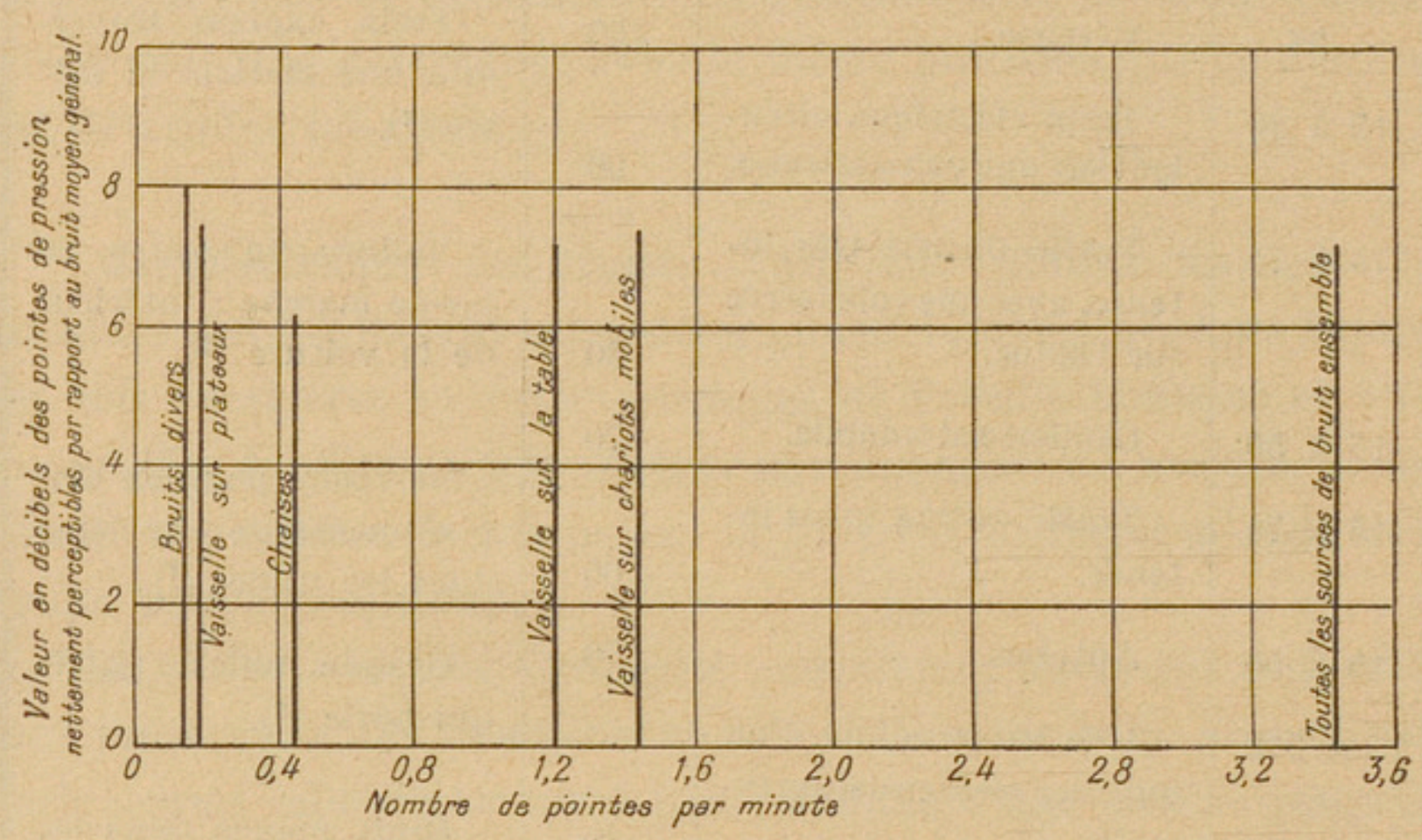


Fig. 4. — Classification des pointes de pression correspondant aux bruits existant dans un restaurant, d'après les diverses sources de bruits.

que l'on pourrait rencontrer dans des locaux d'un type déterminé où l'on peut installer des machines de types particuliers.

En ce qui concerne la bande des fréquences couverte par les bruits, les vibrations des bâtiments ont quelquefois une fréquence si basse que l'observateur se demande souvent s'il entend un bruit ou s'il sent seulement des vibrations ; par contre, certains bruits, tels que le grincement d'un canif sur le verre ou le tintement des clefs, comprennent des composantes de fréquences très élevées. La plupart des bruits se composent d'un très grand nombre de composantes de fréquences différentes.

1. Les niveaux de sensation indiqués sur le tableau de la figure 4 ont été déterminés en prenant comme base de référence le seuil d'audibilité pour certain type de bruit usuel.

Les durées des bruits sont très variées. Un bruit peut être soutenu, comme le ronronnement d'une machine rotative ; il peut varier suivant des cycles bien définis comme dans le cas d'un van mécanique ; il peut croître d'abord, atteindre un certain maximum et décroître ensuite jusqu'à zéro, comme le vrombissement d'un train ou d'un avion qui passe. Très souvent, le bruit est constitué par des pointes de pression acoustique isolées, telles que le claquement d'une porte, des coups de marteau, etc..., ou par une séquence de pointes de pression acoustique avec ou sans bruit de fond soutenu. La figure 4 est un diagramme des bruits mesurés dans un restaurant. Sur ce diagramme, on a représenté (en indiquant leurs valeurs, leurs fréquences de répétition et leurs causes) les pointes de pression acoustiques nettement supérieures au bruit général moyen. Dans le cas d'un bruit produit par plusieurs sources se trouvant à différentes distances, comme par exemple dans le cas des bruits de la rue, les pointes de pression acoustiques provenant de sources voisines sont bien marquées, tandis que celles qui sont dûes aux sources plus éloignées tendent à se perdre dans le bruit général.

Les formes d'onde de certains bruits présentent des pointes très nombreuses et très prononcées. Dans le cas des bruits ordinaires, tels que les bruits de salles et les bruits de la rue, le rapport de la pression acoustique maximum instantanée à la pression acoustique efficace pendant quelques dixièmes de seconde est probablement compris entre 5 et 10. Dans le cas des coups de marteau, claquements de portes, etc..., ce rapport peut atteindre 30 ou 40.

Caractéristiques de l'ouïe dont dépend la perception des bruits. — La relation exacte entre les propriétés physiques d'un son et sa perception comprend des facteurs psychologiques difficiles à mesurer (IV). Nous ne nous proposons pas de discuter ici en détail cette question, car de nombreux travaux relatifs à ce sujet ont déjà été publiés. Dans cette étude, nous avons mentionné certains de ces travaux. La question la plus importante pour la construction du sonomètre est la relation entre l'impression sonore (intensité acoustique subjective) et les propriétés physiques du son

telles que son intensité acoustique, sa fréquence, sa durée et sa forme d'onde. Ces relations sont indiquées ci-dessous.

La relation entre l'intensité acoustique subjective, l'intensité acoustique et la fréquence du son est très complexe. A une même impression sonore, correspond une intensité acoustique plus grande dans le cas de sons de basse fréquence que dans le cas de sons de fréquence élevée (500 à 5.000 p : s) ; et l'impression sonore augmente plus vite avec l'intensité acoustique dans le cas de sons de basse fréquence que dans le cas de sons de fréquence élevée.

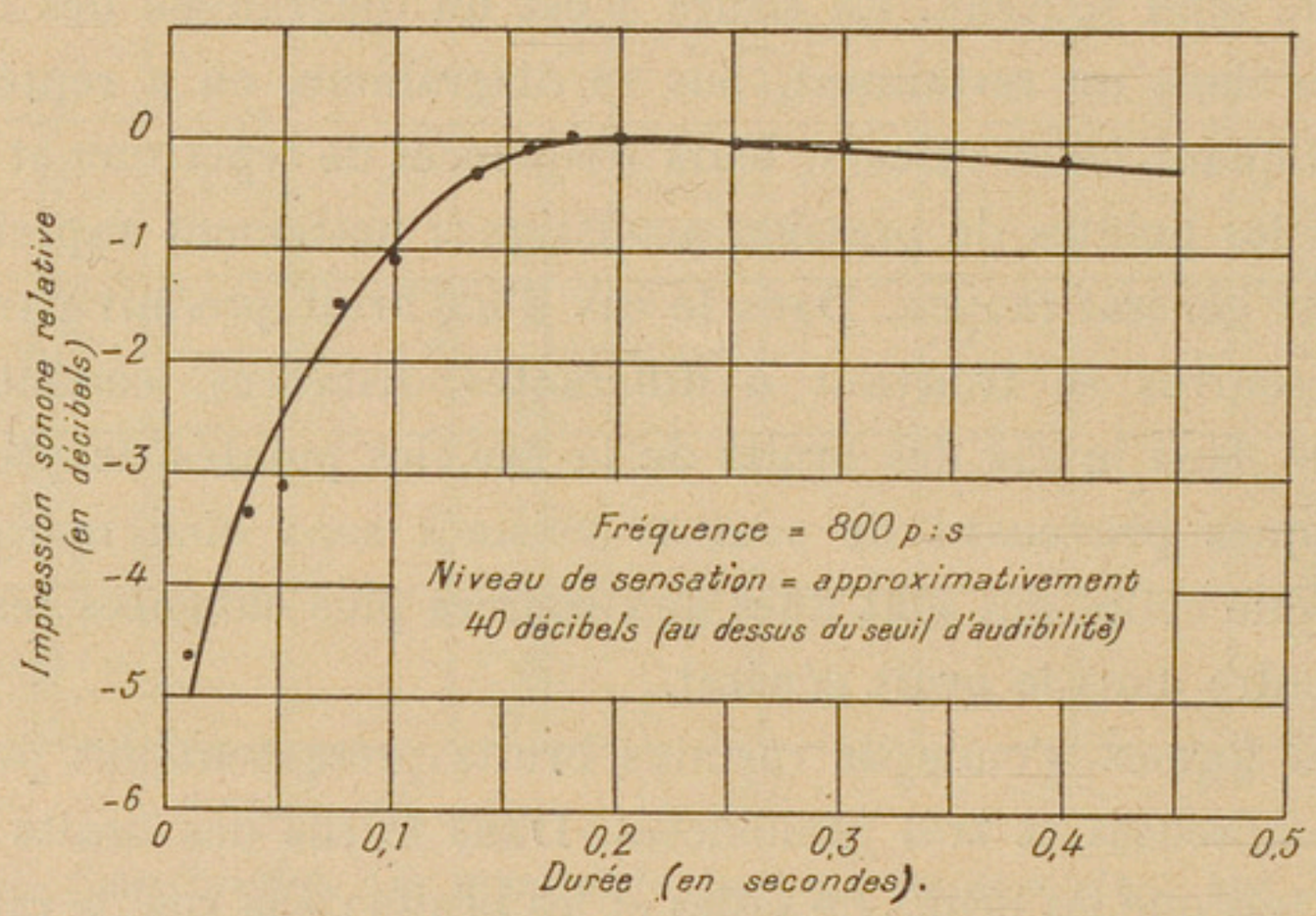


Fig. 5. — Impression sonore relative productive par des sons de courte durée.

Les courbes représentatives de la relation entre l'impression sonore relative à l'intensité acoustique sont données dans les travaux de Kingsbury et de Fletcher indiqués aux numéros V et VI de la bibliographie.

L'intensité acoustique subjective des sons de très courte durée (durée inférieure à quelques dixièmes de seconde) est fonction de cette durée. On possède assez peu de données relatives à ce sujet. La figure 5 représente la relation entre la durée et l'intensité acoustique subjective dans le cas de sons de courte durée (VII). Cette figure montre que l'oreille apprécie complètement l'intensité d'un son quand il dure plus de 2 dixièmes de seconde. Toutefois, il faudrait continuer cette étude, en particulier pour

déterminer la relation analogue correspondant au cas des sons complexes.

La relation entre l'intensité acoustique subjective (impression sonore) et la forme de l'onde acoustique est extrêmement compliquée et mal connue (VIII). Il semble que, dans le cas de *sons complexes très faibles*, la contribution de chaque fréquence à l'impression sonore résultante soit approximativement proportionnelle au carré du rapport de la pression acoustique de la composante de cette fréquence à la pression acoustique correspondant au seuil d'audibilité. Dans le cas de sons complexes plus intenses, l'impression sonore (intensité acoustique subjective) semble dépendre considérablement de la non-linéarité de la caractéristique de l'oreille humaine et la relation devient beaucoup plus complexe.

Caractéristiques principales de l'appareil. — Nous allons montrer maintenant comment le sonomètre satisfait aux conditions imposées par les caractéristiques des bruits et de l'ouïe (intensité, fréquence, durée, forme d'onde).

Intensités. — Pour pouvoir mesurer tous les types de bruits existants, on devrait pouvoir mesurer des intensités acoustiques variant dans de très larges limites ; mais, en pratique, il est généralement inutile de mesurer avec une grande précision les bruits extrêmement faibles ou extrêmement forts. Le sonomètre permet de mesurer les bruits dont la pression acoustique varie de 10 à 100 décibels par rapport à la pression acoustique de référence, ce qui doit être suffisant dans la très grande majorité des cas. L'appareil est gradué directement en décibels par rapport à la pression acoustique de référence.

Réseau filtrant. — D'après les données indiquées par Kingsbury (voir le n° V de la bibliographie), on a tracé les courbes de la figure 6, montrant comment la forme des courbes caractéristiques des réseaux filtrants à utiliser (courbes représentatives des poids en fonction de la fréquence, tracées d'après les courbes d'égale sensation sonore) varie avec le niveau de l'intensité acoustique des bruits à mesurer. A cette occasion, on a envisagé l'emploi

d'un réseau filtrant réglable pour le sonomètre. Mais une telle précision ne paraît pas nécessaire pour les mesures courantes, car elle n'apporterait une modification appréciable que dans des cas relativement peu nombreux. On voit, en effet, que les

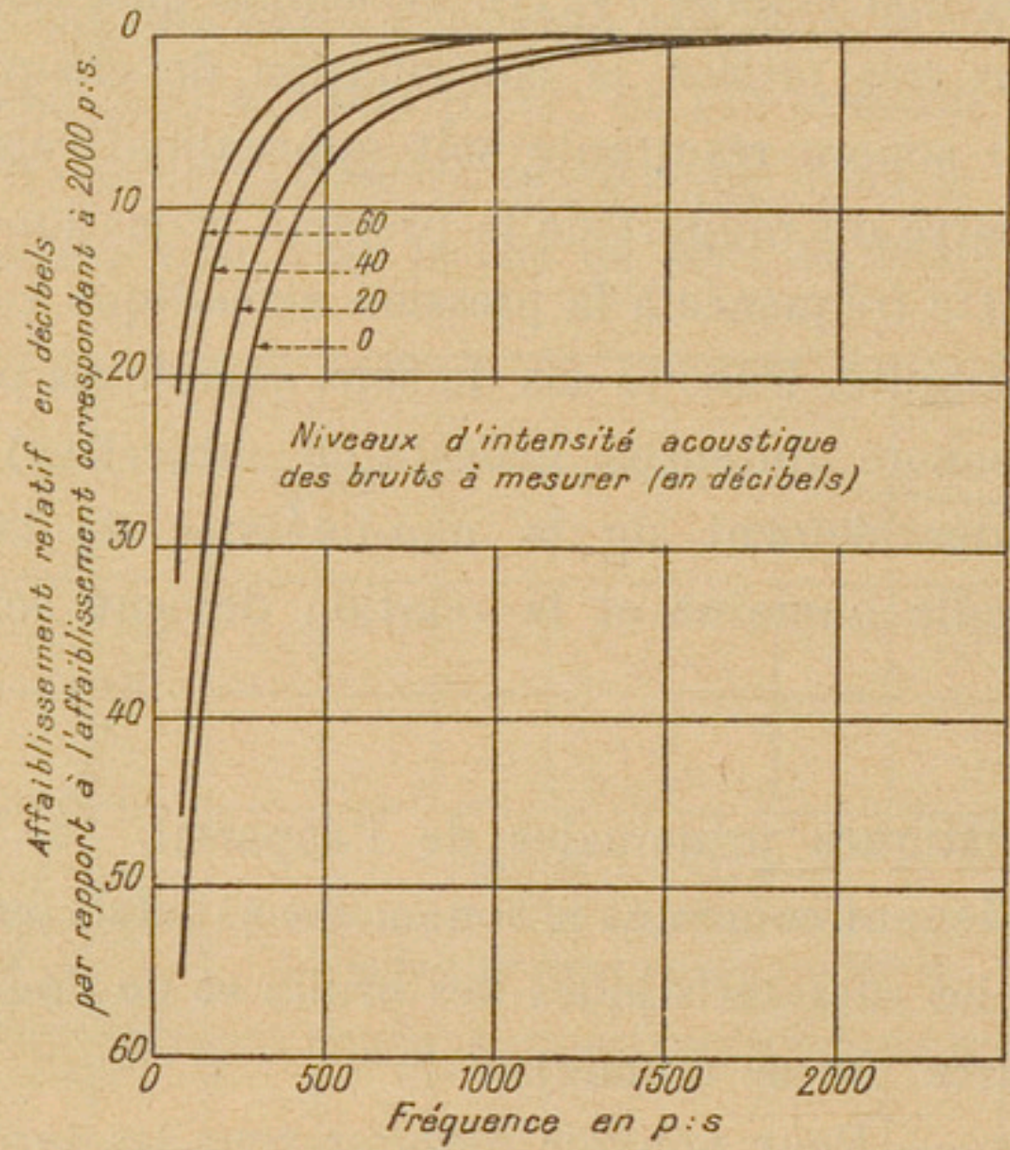


Fig. 6. — Courbes des poids en fonction des fréquences, tracées d'après les courbes d'égales sensations sonores.

courbes de la figure 6 ne présentent de différences importantes que pour les basses fréquences. On possède quelques données expérimentales relatives aux mesures effectuées avec les réseaux filtrants ayant respectivement pour caractéristiques les courbes « 30 décibels » et « 60 décibels » de la figure 6.

SOURCE DU BRUIT.	DIFFÉRENCE entre les lectures effectuées avec les deux réseaux filtrants.
Sonnerie électrique.....	0 décibel.
Ventilateur électrique à une distance d'un pied du microphone.....	4 décibels.
Un certain nombre de sonneries téléphoniques.....	inférieure ou égale à 1 décibel.

D'après ce qui précède, et vu les complications qu'entraînerait un réseau filtrant réglable, il paraît préférable d'adopter un réseau filtrant unique et invariable dont la caractéristique correspond à la courbe moyenne de la figure 7 (c'est-à-dire à une intensité moyenne du bruit). On a adopté la courbe correspondant au niveau d'intensité acoustique de 40 décibels et à la bande de fréquences de 60 à 4.000 p : s, pour laquelle on possédait les données expérimentales nécessaires. En dehors de cette bande de fréquences, la caractéristique du sonomètre diffère peu de la courbe correspondant au seuil d'audibilité.

Durée. — Dans le cas des bruits de courte durée, le sonomètre se comporte sensiblement comme l'oreille ; on peut facilement s'en rendre compte en observant le mouvement de l'aiguille de l'appareil et en écoutant les variations du bruit mesuré. On constate, dans ces conditions, un synchronisme approché entre les impressions auditives et visuelles.

L'aiguille de l'instrument de mesure utilisé à la sortie du sonomètre prend 2 dixièmes de seconde pour dévier complètement ; les lectures sont donc exactes dans le cas de bruits qui durent 2 dixièmes de seconde ou plus. Le dépassement balistique n'excède pas un demi-décibel. Ces caractéristiques permettent de mesurer sans difficulté les pointes de bruit à $\pm$ 1 décibel près. La mesure des bruits non récurrents et rapidement variables a été grandement facilitée par l'emploi d'un instrument de mesure ayant une graduation en décibels longue et facile à lire.

Les résultats des expériences indiqués ci-dessous montrent comment les indications d'un instrument de mesure dépendent de ses caractéristiques dynamiques. Certains bruits, présentant des pointes très prononcées, ont été mesurés à l'aide du sonomètre et à l'aide d'un autre appareil identique, sauf en ce qui concerne les caractéristiques dynamiques de l'instrument, qui étaient les suivantes : lorsqu'un son pur agissait sur l'appareil, 5 secondes étaient nécessaires pour que l'aiguille atteignît une position ne différant pas de plus d'un demi-décibel de l'élongation finale relative au même son pur soutenu. Les différences entre les valeurs des maxima obtenus avec ces deux appareils étaient les suivantes,

les valeurs plus petites étant obtenues avec l'instrument au fonctionnement le plus lent.

TYPE DU BRUIT.	DIFFÉRENCE APPROXIMATIVE entre les valeurs maxima obtenues avec les deux instruments de mesure.
Un bruit de courte durée émis par une trompe d'automobile.....	25 décibels.
Un fort coup sur un grand bidon métallique.....	30 décibels.
Une note de piano brève et isolée.....	15 à 30 décibels.
Un coup de marteau sur une plaque métallique.....	25 décibels.
Toux.....	20 décibels.

Fonctionnement du sonomètre dans le cas de bruits complexes. — Lors de la réalisation du sonomètre, on a tenu compte non seulement des connaissances déjà acquises relativement à la façon dont les composantes d'un son complexe sont combinées par l'oreille, mais aussi de considérations pratiques. La loi d'addition utilisée dans le sonomètre est simple et bien connue, et elle ne diffère pas plus de celle de l'oreille que les autres lois d'addition pratiquement réalisables, du moins dans la mesure où le fonctionnement de l'oreille est connu. Le redresseur employé redresse les deux alternances et suit sensiblement la loi quadratique ; en d'autres termes, les déviations de l'aiguille de l'instrument de mesure sont les mêmes dans le cas d'une tension sinusoïdale et dans le cas d'une tension complexe (en régime permanent) ayant la même valeur efficace. Dans le cas d'un appareil fonctionnant d'après une telle loi quadratique, l'indication de l'instrument de mesure est une fonction de la puissance moyenne appliquée et ne dépend pas de la forme d'onde. Dans le cas d'appareils fonctionnant d'après d'autres lois simples, l'indication de l'instrument de mesure dépend généralement de la forme d'onde, même dans

le cas des ondes ne différant que par les relations de phases des composantes. Comme les relations de phases sont forcément modifiées dans le circuit du sonomètre lui-même, toute relation entre les indications de l'appareil et les phases serait arbitraire. Si l'on utilisait les redresseurs ne redressant qu'une seule alternance, les indications du sonomètre pourraient dépendre de la polarité des connexions entre le microphone et l'amplificateur.

Réalisation pratique du sonomètre. — En plus des conditions énumérées ci-dessus, le sonomètre satisfait à de nombreuses conditions pratiques.

Transportabilité. — L'utilité d'un sonomètre dépend dans une grande mesure de sa transportabilité, car, dans la plupart des cas, pour mesurer un bruit, il est nécessaire de transporter le sonomètre là où le bruit se manifeste. Pour rendre l'appareil facilement transportable, on a mis au point un type d'amplificateur léger et efficace et l'on a réduit les dimensions des batteries d'alimentation au minimum compatible avec une durée raisonnable. Le sonomètre proprement dit comprend deux parties, qui peuvent être transportées ensemble par un seul homme.

Pour des raisons de portabilité et aussi de prix, le dispositif pour l'analyse des bruits a été réalisé sous forme d'un organe supplémentaire et distinct.

Linéarité. — En construisant un sonomètre destiné à mesurer des sons dont l'intensité varie dans de larges limites et, surtout comportant un amplificateur comprenant un réseau filtrant ayant un grand affaiblissement pour les basses fréquences, on doit prendre des précautions spéciales pour réduire au minimum la non-linéarité. Nous appelons ici « non-linéarité » l'impossibilité de mesurer exactement, à l'aide du sonomètre, les différences entre les intensités acoustiques subjectives de divers bruits ; elle peut provenir soit de la réaction d'une partie du circuit où circulent des courants intenses sur une partie où circulent des courants faibles, soit de la surcharge de certains éléments du circuit de telle sorte que la perte ou le gain de transmission causé par ces éléments varie avec l'amplitude. Il ne suffit pas du tout que le sonomètre

puisse mesurer des sons sinusoïdaux sans être surchargé, car un grand nombre de bruits ont des formes d'onde avec des pointes très prononcées.

L'amplificateur du sonomètre a été construit de façon à ce que sa non-linéarité soit négligeable. Il peut amplifier sans distorsion des sons purs dont la fréquence peut descendre jusqu'à 20 p : s et des sons complexes ayant des facteurs de pointe (peak factors) usuels. Comme on utilise rarement la partie supérieure de l'échelle de l'instrument de mesure, il en résulte, pour la plupart des bruits, une certaine marge de sécurité.

Ecrans. — Les sonomètres, pouvant être employés pour mesurer les bruits en présence de champs électromagnétiques ou électrostatiques intenses, doivent être suffisamment protégés par des écrans pour rendre négligeables les effets de ces champs. Ceci est particulièrement important lorsqu'on emploie le dispositif supplémentaire pour l'analyse des bruits.

Le sonomètre est, pratiquement, complètement à l'abri des champs électrostatiques. Il a été nécessaire de chercher un compromis entre la portabilité et une protection complète contre les champs électro-magnétiques. La protection contre les champs électromagnétiques est suffisante dans la plupart des cas, et un certain nombre de raisons justifient le fait qu'elle est incomplète. Dans la plupart des locaux où existent des champs magnétiques intenses, les niveaux d'intensité acoustique des bruits sont si élevés, que, même en cas d'induction causée par ces champs, il n'en résulte qu'une erreur relative négligeable. De plus, comme le sonomètre est facilement transportable, on peut souvent rendre négligeable l'effet des champs électromagnétiques en le plaçant dans un endroit convenable ou en l'orientant convenablement.

Etalonnage. — Le premier étalonnage absolu du sonomètre a été effectué en plaçant le microphone dans une onde plane ayant une fréquence de 1000 p : s, en un point où la pression avait été mesurée à l'aide d'un disque de Rayleigh (IX). Cette onde était tout à fait plane en ce qui concernait son effet sur le microphone. A l'aide du dispositif de réglage du gain de l'amplificateur du sonomètre, on réglait le gain de façon à obtenir l'indication

correspondant à la pression acoustique de l'onde plane de 1.000 p : s exprimée en décibels par rapport à la pression acoustique de référence. Les indications du sonomètre correspondant à ces valeurs de la pression acoustique et à d'autres fréquences peuvent être déduites de la caractéristique du sonomètre en fonction de la fréquence.

On a cherché avec un grand soin à rendre l'amplificateur du sonomètre aussi stable que possible. De plus, pour permettre de vérifier les indications du sonomètre pendant son utilisation, on a prévu dans l'appareil un dispositif permettant d'effectuer un étalonnage acoustique de l'ensemble. Le dispositif pour cet étalonnage secondaire est constitué par un récepteur téléphonique d'un type très stable, un petit oscillateur pour alimenter ce récepteur avec un courant de 2.000 p : s et d'intensité connue, et un dispositif de couplage acoustique entre la membrane de ce récepteur et le diaphragme du microphone du sonomètre permettant d'appliquer à celui-ci une pression acoustique bien définie. On a choisi la fréquence de 2.000 p : s, car elle correspond à la sensibilité maximum du sonomètre et à une partie pratiquement plate de sa caractéristique. Lorsque les tensions des batteries d'alimentation restent comprises dans leurs limites normales de variation, un étalonnage par jour suffit. L'opération d'étalonnage est très simple et nécessite quelques secondes seulement.

Les différents sonomètres auront très approximativement les mêmes caractéristiques électriques.

Dispositif supplémentaire pour l'analyse des bruits. — On peut analyser les bruits d'une façon précise et commode à l'aide de circuits électriques. On a muni l'appareil pour l'analyse de bruits de dispositifs permettant d'effectuer deux genres d'analyse : l'analyse par fréquences individuelles et l'analyse par bandes de fréquence de quelques centaines de cycles de largeur.

Dans le cas de bruits ayant des spectres sonores continus ou de bruits dont les composantes ont des fréquences très voisines, l'analyse par fréquences individuelles ne convient pas, car les circuits résonnants existants ont un pouvoir sélectif insuffisant ;

on doit, par conséquent, faire, dans ce cas, l'analyse par bandes de fréquences. Ces bruits sont des bruits qui ne contiennent pas de fréquences isolées prédominantes ou bien qui sont constitués par des mélanges de bruits provenant de sources si nombreuses que les composantes dues à une source particulière se perdent dans l'ensemble. Comme exemples de bruits de ce genre, on peut citer le bruit des machines à écrire et des machines à calculer dans un bureau, le bruit de la rue, le bruit de nombreuses machines dans une usine.

Lors de l'étude du dispositif supplémentaire pour l'analyse des bruits, les travaux relatifs aux analyseurs harmoniques effectués par d'autres auteurs ont été d'un grand secours, en particulier ceux qui se rapportent à l'étude de l'induction causée par les lignes d'énergie électrique dans les circuits téléphoniques (X). On a récemment effectué des travaux importants pour mettre au point un appareil réellement transportable et en même temps très facile à utiliser.

Dans le cas d'un analyseur, la sélectivité, la sensibilité et les conditions relatives à la modulation dépendent du type du bruit à analyser et du but de l'analyse. On a tenu compte à la fois de toutes ces conditions, car des composantes faibles d'un bruit ne peuvent être mesurées si d'autres composantes, y compris les produits indésirables de la modulation, influent d'une manière appréciable sur les indications de l'analyseur. Lorsqu'on fait l'analyse par fréquences individuelles, la courbe caractéristique de fonctionnement en fonction de la fréquence est suffisamment arrondie au voisinage de la fréquence de résonance pour que de petites variations de la fréquence de la composante mesurée ne provoquent pas de variations importantes des indications de l'appareil ; cependant cette courbe n'est pas aplatie entre des limites trop larges, afin de ne pas rendre difficile une détermination exacte des composantes de basse fréquence ou la séparation des composantes de fréquences voisines.

Applications du sonomètre. — Le domaine des applications possibles du sonomètre n'a encore été que partiellement exploré,

cet appareil pouvant être utilisé pour la résolution de nombreux problèmes d'acoustique et problèmes relatifs aux bruits. Avant d'étudier les applications du sonomètre, il est utile de considérer certaines restrictions relatives à son emploi.

Restrictions. — Le sonomètre ne permet pas de distinguer le bruit de sons utiles, ni d'extraire un seul bruit d'un ensemble de bruits, à moins que ce bruit particulier ne diffère radicalement des autres. Lorsqu'on désire mesurer un seul bruit dont la source est connue, il est parfois possible d'arrêter temporairement tous les autres bruits. Par exemple, pour pouvoir mesurer le bruit produit par une certaine machine dans un atelier, il peut être nécessaire d'arrêter toutes les autres machines dans le même local et de supprimer en même temps le bruit de la rue et les bruits provenant d'autres parties du même bâtiment. Lorsque le bruit de fond est inférieur de 20 décibels ou plus à celui du bruit que l'on désire mesurer il peut être négligé. Dans le cas contraire, on peut quelquefois effectuer une correction. en mesurant séparément le bruit de fond.

En deuxième lieu, l'intensité et la nature du bruit dû à une source dépendent des propriétés acoustiques du local dans lequel elle est placée. Les propriétés acoustiques fondamentales qui doivent être prises en considération sont le volume du local dans lequel on fait les mesures, l'absorption acoustique totale existante et la courbe caractéristique de l'absorption en fonction de la fréquence dans toute la bande des fréquences audibles. On doit tenir compte de ces données lorsqu'on veut prévoir, d'après les mesures effectuées dans une cabine de mesures, le bruit que produira la même source dans un autre local (XI, XII).

Une autre cause d'erreur possible est l'influence de la position du microphone. De petites variations de la distance du microphone à la source peuvent produire des variations considérables de l'indication du sonomètre, en particulier lorsque les distances du microphone à la source de bruit sont petites. Certaines sources de bruit ont des propriétés directives plus prononcées que d'autres ; on doit en tenir compte pour choisir le meilleur emplacement pour le microphone.

Mesures générales du bruit. — De nombreuses mesures générales des bruits peuvent être faites à l'aide du sonomètre, sans utiliser l'appareil supplémentaire pour l'analyse des bruits. Les sonomètres ont été employés pour effectuer des études de bruits pour les compagnies téléphoniques, les municipalités, les industries privées, afin de déterminer les points où le bruit est le plus fort ; on a pu recueillir ainsi des renseignements de grande valeur relatifs à la contribution de différentes sources au bruit total. Des études de ce genre doivent précéder nécessairement tout projet technique sérieux relatif à la diminution des bruits.

L'influence du bruit sur l'efficacité du travail des ouvriers préoccupe de plus en plus l'opinion publique. On exige des architectes et des entrepreneurs que les constructions soient prévues de façon à être silencieuses. Le sonomètre permet de définir exactement quelles sont les intensités maxima de bruits admissibles dans différents cas et de vérifier si ces conditions ont été satisfaites. Il peut également être employé pour mesurer le bruit produit par une machine, ce qui est d'un grand secours lorsqu'on veut prévoir les conditions de bruit que l'on aura dans le bâtiment dans lequel se trouvera cette machine et dans les bâtiments voisins. Des mesures peuvent être effectuées à l'aide du sonomètre dans des locaux résidentiels avant et après l'aménagement, dans leur voisinage immédiat, de stations centrales ou des sous-stations d'énergie électrique, lorsqu'on désire connaître l'effet, s'il existe, de ces installations sur l'intensité générale des bruits.

Comme son nom l'indique, le sonomètre peut être employé pour mesurer des sons autres que les bruits. Des données importantes pour l'enregistrement et la radiodiffusion de la parole et de la musique peuvent être obtenues en utilisant cet appareil. On peut déterminer les intensités acoustiques optima pour la parole et pour la musique dans différentes conditions ; on peut étudier la répartition du son dans un studio, et il semble qu'on pourrait équilibrer les orchestres en utilisant le sonomètre, ce qui permettrait d'unifier les méthodes et de gagner du temps.

Analyse. — L'analyseur permet d'étudier les bruits plus en détail que par des mesures d'ensemble. Les données obtenues à

l'aide de l'analyseur permettront de mieux se rendre compte de certains effets particuliers. Par exemple, l'analyse du bruit sera généralement nécessaire pour déterminer si un bruit indésirable, tel que le bruit de machines, serait couvert par le bruit général, ou si un son utile, par exemple un signal, sera audible malgré ce bruit général.

Lorsqu'on emploie des matériaux acoustiquement imperméables ou absorbants pour réduire le bruit, la détermination de la constitution du bruit au point de vue des fréquences (spectre sonore) permettra de choisir les matériaux qui sont les plus efficaces pour les fréquences les plus importantes du bruit considéré.

Le dispositif pour l'analyse des bruits par fréquences individuelles permet une étude très détaillée ; cela est important dans le cas des bruits produits par des machines. La détermination des composantes du bruit produit par une machine peut aider, en considérant les caractéristiques mécaniques de la machine, à déterminer exactement la contribution au bruit total de chaque source individuelle de bruit existant dans cette machine. Des données de ce genre ont été utilisées pour modifier les projets de machines, de façon à réduire leur bruit, et, dans de nombreux cas, ont permis, par une étude minutieuse, d'obtenir les résultats désirés avec le minimum de modifications.

Le contrôle, à l'aide de mesures acoustiques, de l'uniformité de produits fabriqués, offre un vaste champ d'applications possibles au sonomètre. On peut prévoir que, dans ce domaine, les meilleurs résultats seront obtenus en analysant soigneusement par fréquences individuelles, à l'aide d'un sonomètre spécialement construit en vue de telles études, le bruit produit par la machine ou par le procédé étudié.

Mesure de grandeurs électriques. — L'impédance d'entrée du sonomètre permettra d'employer également cet appareil pour mesurer des niveaux électriques (ou pour mesurer et analyser des grandeurs électriques) dans les cas où le réseau filtrant et les autres caractéristiques du sonomètre conviennent.

Bibliographie.

I. *The effects of noise*, D.A. Laird, *Journal of acoustical soc. of Am.*, janvier 1930.

II. *A survey of room noise in telephone locations*, Williams and Mc Curdy, *A.I.E.E. Journal*, septembre 1930.

III. *Report of noise abatement commission of New-York city to the commissioner of health on City noise.*

IV. *The principles of psychology*, L.T. Troland, D. van Nostrand Co, 1929.

V. *A direct comparison of the loudness of pure tones*, B.A. Kingsbury, *Phys. Rev.*, avril 1927.

VI. *Speech and hearing*, H. Fletcher, D. van Nostrand Co, 1929.

VII. *Theory of hearing ; vibration of basilar membrane ; fatigue effect*, G. v. Bekesy, *Physikalische Zeitschrift*, mars 1929.

VIII. *The loudness of a sound and its physical stimulus*, J.C. Steinberg, *Phys. Rev.*, octobre 1925.

IX. *Absolute calibration of condenser transmitters*, L. J. Sivian, *Bell system tech. journal*, janvier 1931.

X. *Electrical wave analysers*, Mc Curdy and Blye, *Trans. A.I.E.E.*, octobre 1929.

XI. *Noise and ventilation*, G.T. Stanton, *Heating, piping anp air conditioning*, décembre 1930.

XII. *The analysis and measurement of the noise emitted by machinery*, Churcher and King, *Journal of the I.E.E.*, janvier 1930.

SERVICE D'ÉTUDES
ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

MATÉRIEL TRANSPORTABLE PERMETTANT DE MESURER PAR LECTURE DIRECTE LES ÉQUIVALENTS DE RÉFÉRENCE DES LIAISONS TÉLÉPHONIQUES. [1]

La circulaire n° 698 L E. Tp., relative à la limite de l'équivalent de référence admissible pour les communications réléphoniques, fixe les limites supérieures des affaiblissements effectifs des lignes. Dans le cas des lignes souterraines à grande distance, les installations de mesure des stations de répéteurs permettent de vérifier avec une grande précision que les prescriptions de la circulaire sont observées. Sur la demande de la direction de l'Exploitation téléphonique, le Service d'études a mis au point une méthode et a réalisé des appareils portatifs permettant de mesurer par lecture directe l'équivalent d'un circuit quelconque. Le matériel employé est alimenté par le secteur d'éclairage. La méthode donne des résultats exacts à moins de 0,05 néper près pour des équivalents compris entre 0 et 1,8 népers, même dans le cas défavorable de circuits aériens troublés.

I. Généralités.

1. Equivalent de référence B d'un circuit téléphonique. — L'équivalent de référence d'un circuit s'exprime par le même nombre que l'affaiblissement effectif du circuit, fermé à ses deux extrémités sur des résistances pures de 600 ohms (C.C.I. livre rouge, p. 34). Cet affaiblissement effectif est lui-même égal au demi-logarithme népérien du rapport ayant pour numérateur la

---

1. Note remise par M. R. Bigorgne, ingénieur.

POSTAL

puissance apparente qu'un générateur de force électromotrice égale à E volts et de résistance intérieure égale à 600 ohms cède à une résistance pure de 600 ohms, et ayant pour dénominateur la puissance

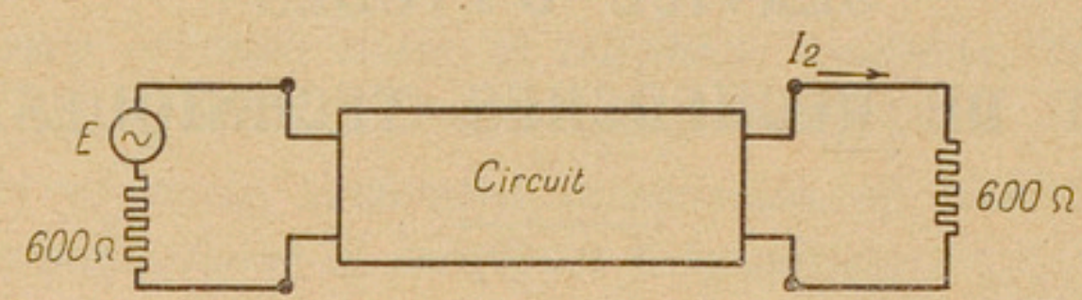


Fig. 1.

apparente que le même générateur cède à une résistance pure de 600 ohms, par l'intermédiaire du circuit considéré. Avec les notations indiquées sur la figure 1, l'expression de B est :

$$B = \frac{1}{2} \log_e \frac{\frac{E^2}{4 \times 600}}{600\ I_2^2} = \log_e \frac{E}{2 \times 600 \times I_2}. \quad (1)$$

Conformément à l'avis émis à plusieurs reprises par le Comité consultatif international des communications téléphoniques à grande distance, la mesure s'effectue avec des courants de fréquence égale à 800 p : s.

2. Principe de la méthode. — Un oscillateur donnant la fréquence de 800 p : s est connecté, à travers un milliampèremètre à courant alternatif A, aux bornes d'entrée du circuit shuntées par une résistance pure de 600 ohms. Les bornes de sortie du circuit sont raccordées, par l'intermédiaire d'une ligne artificielle sans déformation L d'impédance itérative égale à 600 ohms (argument zéro) et d'affaiblissement variable b, à un voltmètre à courant alternatif V dont l'impédance a un module égal à 600 ohms et un argument négligeable.

Désignons (fig. 2) par I l'intensité du courant qui traverse le milliampèremètre A, par i l'intensité du courant à l'origine du circuit, par I_2 et U_2 l'intensité et la tension à l'extrémité du circuit, par I' et U' l'intensité et la tension à l'entrée du voltmètre, par Z l'impédance d'entrée du circuit ; on a :

$$600\ (I - i) = i.\ Z,$$

$$600\ I = (600 + Z)\ i. \quad (2)$$

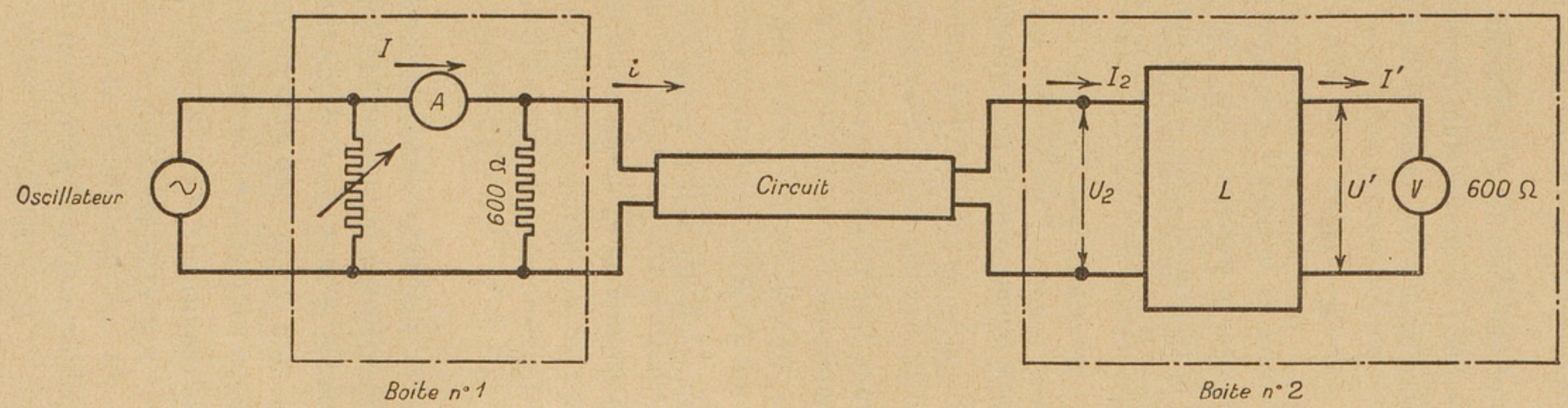

I
A
i
Oscillateur
600 Ω
Circuit
I2
I'
U2
L
U'
V
600 Ω
Boite n° 1
Boite n° 2

Fig. 2.

Cette équation montre que l'intensité du courant qui pénètre dans le circuit est la même que si le circuit était raccordé à un générateur de résistance intérieure égale à 600 ohms et de force électromotrice E telle que :

$$E = 600\ I \qquad (3)$$

L'impédance d'entrée de la ligne L est égale à 600 ohms, puisque cette ligne, d'impédance itérative égale à 600 ohms, est fermée à son extrémité sur la résistance, égale à 600 ohms, du voltmètre ; l'affaiblissement effectif B du circuit a donc pour expression :

$$B = \log_e \frac{E}{2 \times 600\ I_2},$$

ce qui peut s'écrire, en tenant compte de l'équation (3) ;

$$B = \log_e \frac{1}{2} \cdot \frac{I}{I_2}. \qquad (4)$$

Entre les intensités I_2 et I', mesurées à l'entrée et à la sortie de la ligne L, existe la relation :

$$\frac{I_2}{I'} = e_b\ ;$$

l'équation (4) peut donc s'écrire sous la forme suivante :

$$B = \log_e \frac{1}{2} \cdot \frac{I}{I'} e^{-b} = \log_e \frac{1}{2} \cdot \frac{I}{I'} - b = \log_e \frac{600\ .\ I}{2\ .\ U'} - b,$$

d'où :

$$B + b = \log_e \frac{600\ I}{2\ U'}. \qquad (5)$$

La méthode consiste à régler le débit de l'oscillateur et l'affaiblissement b de la ligne artificielle de manière à ce que I et U' prennent des valeurs déterminées à l'avance, I_0 et U'_0 ; si l'on pose :

$$b_0 = \log_e \frac{600\ I_0}{2\ U'_0}, \qquad (6)$$

on a, quand la double condition

$$I = I_0 \text{ et } U' = U'_0$$

est réalisée :

$$B + b = b_0,$$

d'où

$$B = b_0 - b. \qquad (7)$$

3. Mise en œuvre de la méthode. — Des méthodes analogues à celle dont le principe vient d'être rappelé sont employées d'une manière courante pour la mesure directe des affaiblissements ; on utilise, en général, comme milliampèremètre et comme voltmètre à courant alternatif, soit des couples thermoélectriques associés à des galvanomètres sensibles, soit des montages amplificateurs — détecteurs à lampes triodes.

L'emploi de ces instruments n'offre pas d'inconvénient dans le cas particulier où les deux extrémités du circuit à mesurer aboutissent à la station d'essais. Il en est tout autrement lorsque le circuit relie deux stations éloignées ; l'étalonnage des systèmes « couple-galvanomètre » ou des voltmètres à lampes (étalonnage qui doit être fait sur place, en raison du défaut de fidélité de ces appareils) présente alors des difficultés réelles ; en outre, les galvanomètres et les voltmètres à lampes sont, en général, encombrants et d'un transport délicat.

La création d'un matériel léger, vraiment transportable, permettant de mesurer par lecture directe les équivalents des circuits, a été rendue possible par l'apparition et la diffusion récente des appareils de mesure à redresseurs « cuivre-oxyde de cuivre ». On connaît les caractéristiques de ces appareils : leur sensibilité, l'ordre de grandeur de leur résistance intérieure sont comparables aux qualités correspondantes des appareils à courant continu ; ils en ont la robustesse et aussi la fidélité. Il était indiqué de mettre à profit ces qualités pour l'application envisagée.

4. Appareils de mesure utilisés. — Les appareils de mesure sont contenus dans deux boîtes distinctes : la boîte n° 1 renferme, outre le milliampèremètre A et la résistance de 600 ohms qui shunte les bornes d'entrée du circuit, une résistance variable permettant de régler le débit de l'oscillateur ; la boîte n° 2 renferme la ligne artificielle L et le voltmètre V.

Milliampèremètre. — Le milliampèremètre donne toute sa déviation pour un courant de 10 milliampères. On a vérifié que son insertion sur le circuit ne déforme pas d'une manière sensible la sinusoïde du courant fourni par l'oscillateur.

Voltmètre. — Le voltmètre donne toute sa déviation pour une tension de 0,5 volt. L'impédance de l'appareil, mesurée à la fréquence de 800 p : s, a un module qui varie avec la tension appliquée (sa valeur est de l'ordre de 5.000 ohms pour une tension de 0,5 volt) et un argument (négatif) qui conserve, quelle que soit la tension appliquée, une valeur très faible (inférieure à 5 grades). Le voltmètre est utilisé comme appareil à déviation constante ($U'_0 = 0{,}3$ volt) ; on l'a shunté par une résistance (641 ohms) calculée de manière à ce que l'impédance du voltmètre shunté ait, dans les conditions d'emploi, un module égal à 600 ohms (à moins de 0,005 près) ; l'argument de cette impédance est tout à fait négligeable.

Ligne artificielle. — La ligne artificielle (fig. 3), placée en amont du voltmètre, est une ligne sans déformation, constituée par des cellules en gamma ; l'impédance itérative d'entrée est égale à 600 ohms ; l'affaiblissement b de la ligne peut varier de 0 à 1,8 néper par échelons de 0,05 néper.

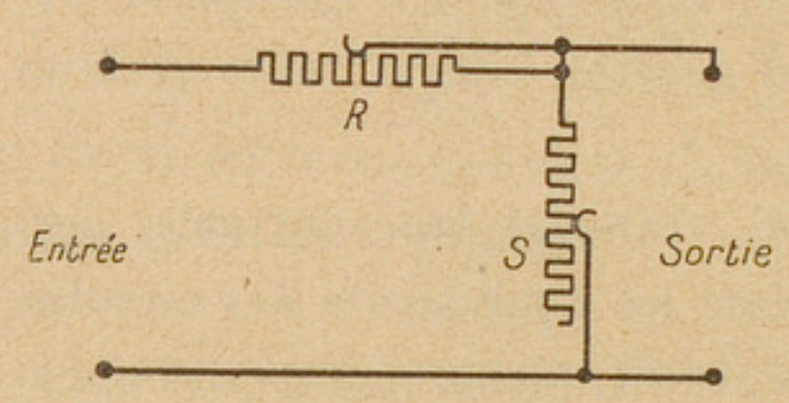


Fig. 3.

Les résistances R et S des cellules ont été calculées de manière à ce que l'impédance d'entrée de la ligne, fermée à son extrémité sur une résistance de 600 ohms, soit elle-même égale à 600 ohms ; les valeurs de R et de S correspondant à un affaiblissement b sont données par les formules :

$$R = 600\,(1 - e^{-b}),$$

$$S = \frac{600}{e^b - 1}.$$

Les résistances R et S, bobinées de manière à ne présenter aucune inductance résiduelle et une capacité répartie négligeable (bobinage « deux fils en main » fractionné), sont exactes à moins de 0,002 près. Chaque valeur de B (affaiblissement effectif sur 600 ohms), liée aux valeurs correspondantes de R et de S par la formule :

$$e^B = 1 + \frac{600 + R}{2\,S} + \frac{R}{2 \times 600}.$$

est entachée d'une erreur absolue dont la limite supérieure,

$$\Delta B = \frac{1}{2} \frac{\Delta R}{R} (3 - 4 e^{-b} + e^{-2b}),$$

ne dépasse pas 0,003 népers.

5. Principe du mode opératoire. — Ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, la méthode consiste à ajuster la ligne artificille et à régler le débit de l'oscillateur de manière à ce que le voltmètre et le milliampèremètre accusent des déviations U'_0 et I_0 fixées à l'avance. Ces valeurs sont elles-mêmes déterminées, avant chaque série de mesures, de la manière suivante. On raccorde directement les deux parties 1 et 2 de l'appareil ; on donne à l'affaiblissement, b de la ligne L sa valeur maximum b_0 ($b_0 = 1,8$ néper) et l'on choisit, comme valeurs V'_0 et I_0, les valeurs indiquées à ce moment par le voltmètre et le milliampèremètre ; comme le voltmètre shunté n'a une impédance égale a 600 ohms que pour une déviation déterminée, on amène, par exemple, la déviation U'_0 à être exactement égale à 0,3 volt (on agit pour cela sur le débit de l'oscillateur) et l'on fixe pour I_0 la déviation indiquée à ce moment par le millianpèremètre ($I_0 = 6,2$ milliampères, par exemple).

U'_0 et I_0 ayant été ainsi déterminées, on transporte l'oscillateur et l'appareil 1 à l'origine du circuit à mesurer, l'appareil 2 à l'extrémité du même circuit, et l'on régle simultanément le débit de l'oscillateur et l'affaiblissement b de la ligne L de manière à ce que le voltmètre et le milliampèremètre indiquent respectivement U'_0 et I_0 ; l'affaiblissement effectif B cherché est évidemment égal à la différence :

$$B = 1,8 - b \text{ népers.}$$

Cette façon d'opérer n'exige pas, on le voit, que le voltmètre et le milliampèremètre soient justes ; elle suppose seulement que les deux appareils sont demeurés fidèles pendant le temps qui sépare la détermination préalable des valeurs U'_0 et I_0 de la mesure proprement dite. La fidélité des appareils à redresseurs exige la constance des cellules rectifiantes au cours des transports ; comme cette constance n'est pas rigoureuse (du moins pour certain mode de construction des éléments redresseurs), il est indispensable de dé-

terminer les valeurs de référence U'_0 et I_0 avant chaque série de mesures.

II. Réalisation.

Les figures 4, 5, 6 et 7 indiquent les schémas et les vues photographiques des trois parties du matériel utilisé.

1. Boîte n° 1 et boîte n° 2 (fig. 4, 5, 6 et 7). — Chacune des deux boîtes porte, outre les organes déjà mentionnés, une clef à deux positions ; dans les positions marquées « T » de ces deux clefs, les deux extrémités du circuit essayé sont renvoyées sur deux appareils téléphoniques (ces deux appareils, qui ne font pas partie du matériel de mesure, sont connectés aux bornes marquées « Téléphone » des deux boîtes) qui permettent éventuellement aux deux opérateurs d'échanger une conversation sur le circuit ; dans les positions marquées « M » des clefs portées par les deux boîtes, le circuit est raccordé aux instruments de mesure.

Les bornes d'entrée (bornes marquées « Oscillateur » de la boîte n° 1) sont shuntées par une résistance réglable qui permet de faire varier le débit de l'oscillateur.

Pour éviter des variations trop grandes du débit de l'oscillateur, le circuit est remplacé par une résistance de 600 ohms dans la position marquée « T » de la clef de la boîte n° 1.

La ligne artificielle a été fractionnée de manière à permettre une variation continue de l'affaiblissement b avec un nombre aussi réduit que possible de résistances ; on fait varier b en agissant sur trois commutateurs ; pour faciliter les lectures, on a inscrit, en regard des plots des trois cadrans, des nombres de décinépers tels que la somme des indications des trois cadrans donne non pas l'affaiblissement b de la ligne, mais la différence

$$B = b_0 - b = 18 - b \text{ décinépers ;}$$

l'addition des trois nombres lus sur les trois cadrans de la ligne artificielle donne donc directement l'affaiblissement effectif du circuit mesuré.

Afin d'éviter les détériorations au cours des transports, le milliampèremètre et le voltmètre sont fixés sur les boîtes 1 et 2

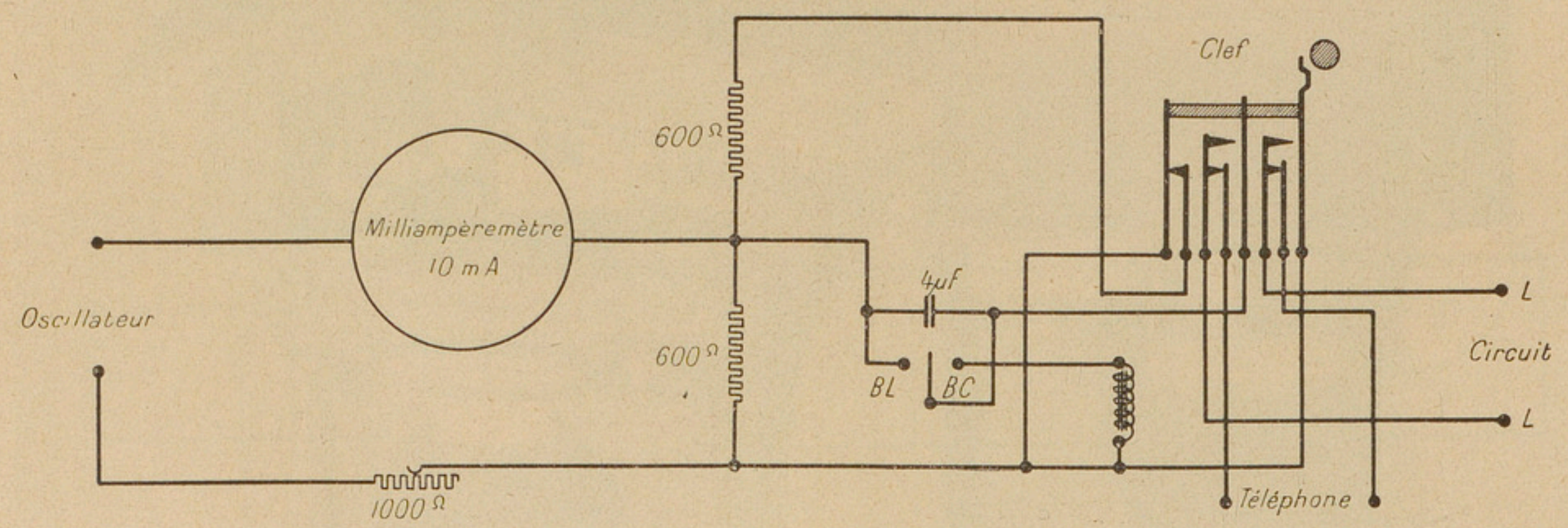


Fig. 4. — Boîte n° 1.

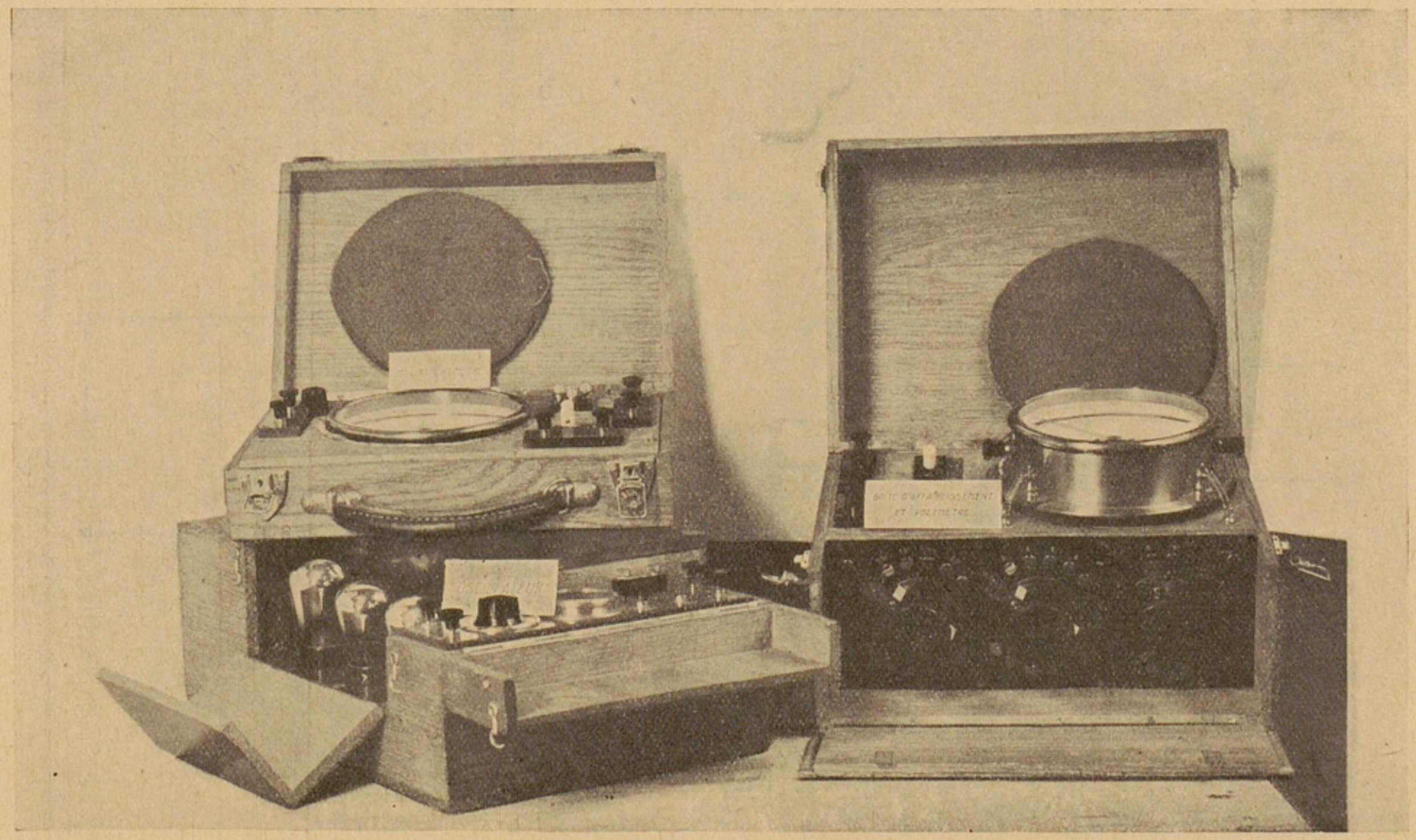


Fig. 5. — Boîtes n° 1 et n° 2.

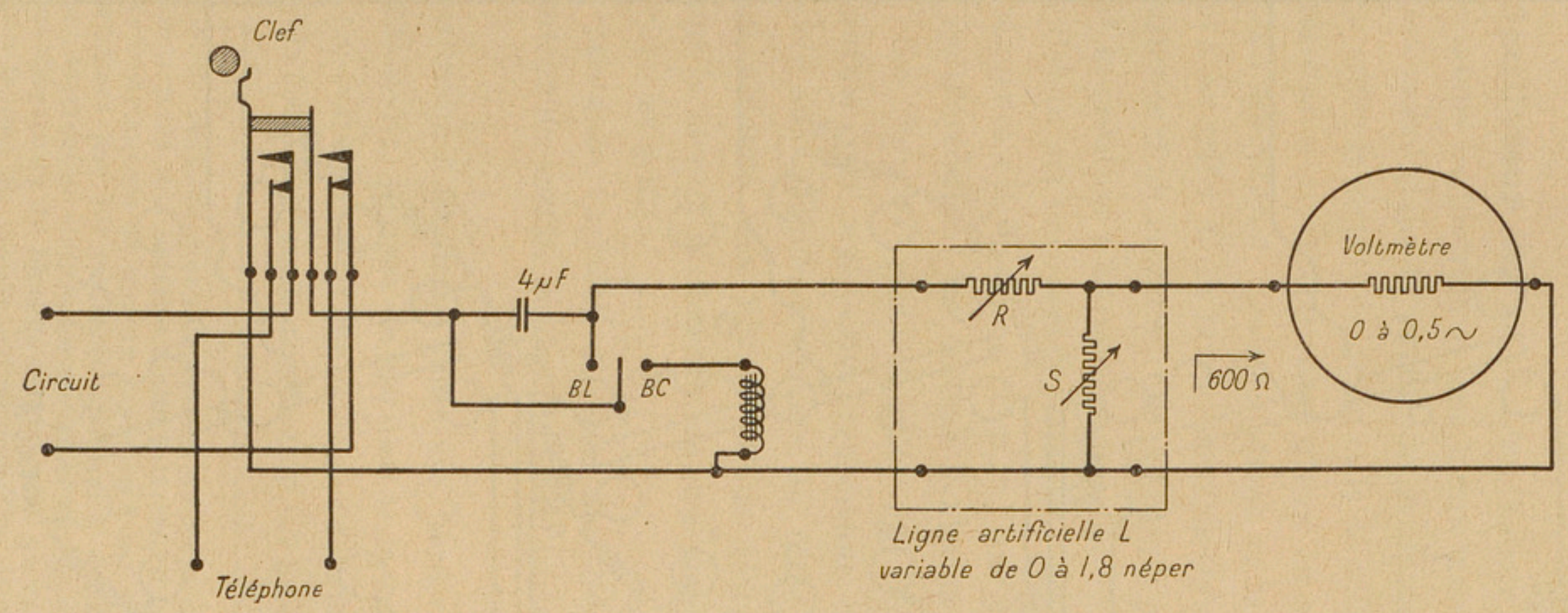


Fig. 6. — Boîte n° 2.

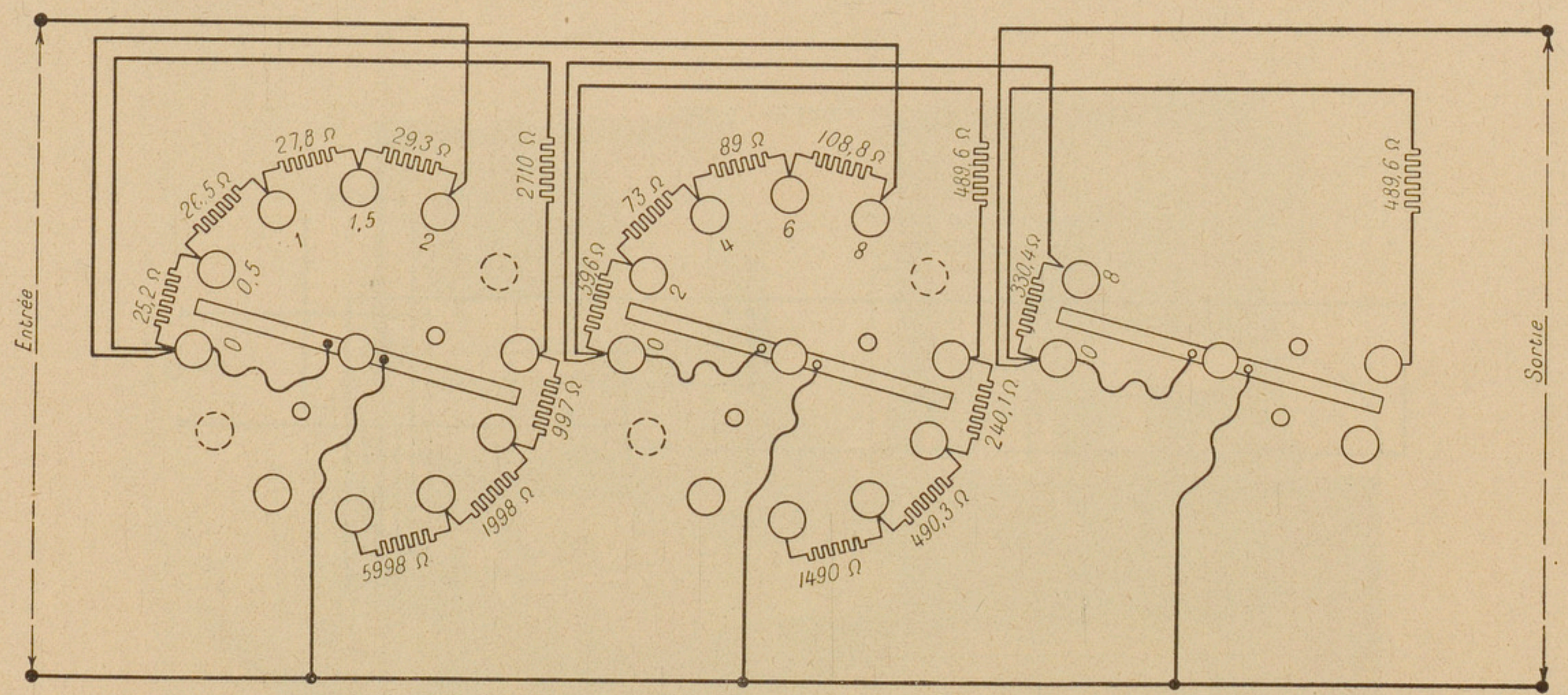


Fig. 7. — Ligne artificielle sans déformation dyssymétrique (cellules en Γ.) Impédance itérative d'entrée : 600 ohms. Affaiblissement variable de 0 à 18 décinépers par échelons d'un demi-décinéper.

par des suspensions élastiques. La boîte n° 1 pèse 4,8 kilogrammes ; la boîte n° 2, 6,9 kilogrammes (1).

2. Oscillateur (fig. 8). — L'oscillateur à lampes utilisé comporte une lampe oscillatrice et une lampe amplificatrice. Le circuit oscillant est inséré dans le circuit de grille de la premiêre lampe ; le couplage entre le circuit de grille et le circuit de plaque est réalisé par une résistance de 20.000 ohms placée en série avec un condensateur de 0,5 microfarad. Les oscillations de la première lampe sont appliquées à la grille de la lampe amplificatrice par l'intermédiaire d'une résistance d'un mégohm. Les couplages par résistance utilisée empêchent la création d'harmoniques.

L'oscillateur est entièrement alimenté par le secteur d'éclairage dont la fréquence est de 25 ou 50 p : s ; une prise variable permet d'utiliser indifféremment un secteur à 110 ou à 220 volts (2). Les filaments des lampes sont chauffés en courant alternatif. La tension fournie par une valve redressant les deux alternances est appliquée aux plaques à travers un filtre passe-bas ; la chute de tension obtenue aux bornes d'une résistance de 600 ohms insérée dans le circuit d'alimentation des plaques est mise à profit pour polariser les grilles.

Une résistance variable, disposée aux bornes du primaire du transformateur de sortie, permet de faire varier le débit de l'oscillateur.

Un voltmètre à fer doux, placé aux bornes du circuit de chauffage des filaments, permet de vérifier si la tension du secteur est suffisante (ce voltmètre doit indiquer une tension d'environ 4 volts).

Le poids total de l'oscillateur est de 9,7 kilogrammes.

---

1. Lorsqu'on veut mesurer l'équivalent d'un circuit ou d'une liaison téléphonique comportant une batterie d'alimentation, il faut éviter que les résistances et les instruments de mesure contenus dans les boîtes n°s 1 et 2 ne soient parcourues par des courants continus ; deux commutateurs placés sur ces boîtes, mettent en circuit, lorsqu'on les amène dans la position marquée « B. C. », des dispositifs de blocage comprenant un condensateur de 4 microfarads et une bobine de grande inductance ; les dispositifs de blocage sont éliminés lorsque les commutateurs occupent la position marquée « B. L. ».

2. Dans un des derniers types d'oscillateur réalisés, un commutateur pentapolaire à deux directions permet d'alimenter la lampes de l'oscillateur soit au moyen du secteur alternatif, soit au moyen d'accumulateurs.

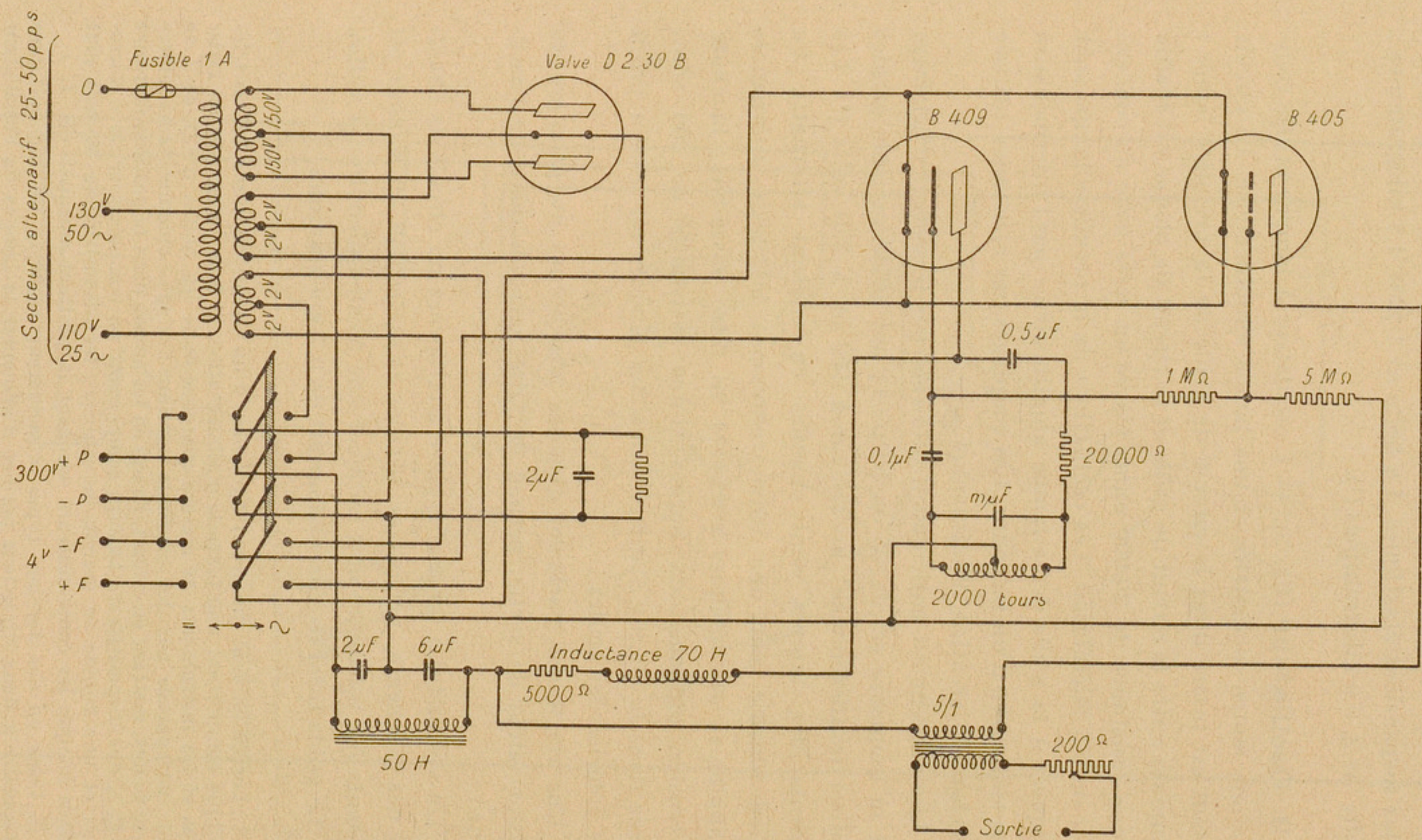


Fig. 8. — Oscillateur à 800 périodes (schéma de principe).

III. Mode d'emploi.

Le mode d'emploi suivant est joint aux appareils de mesure :

1. Alimentation de l'oscillateur. — L'oscillateur ne peut être alimenté qu'au moyen d'un réseau *alternatif* dont la tension est au plus égale à 220 volts. Si l'on ignore la tension du réseau, placer la prise variable d'abord sous la borne marquée « 220 V » ; si le voltmètre porté par l'oscillateur indique une tension très inférieure à 3,5 volts, placer la prise variable sous la borne marquée « 125 V » ou 110 V » ; le voltmètre ne doit pas accuser une tension supérieure à 4 volts.

2. Etalonnage préalable. — Raccorder les bornes marquées « Utilisation » de l'oscillateur aux bornes marquées « Oscillateur » de la boîte n° 1 ; ramener au zéro les trois commutateurs de la ligne artificielle de la boîte n° 2 ; raccorder les bornes marquées « Circuit » de la boîte n° 1 aux bornes marquées « Circuit » de la boîte n° 2. Placer les clés des deux boîtes dans la position marquée « M ». Régler le débit de l'oscillateur jusqu'à ce que le volmètre de la boîte n° 2 marque 0,3 volt. Lire la déviation I_0 accusée par le milliampèremètre de la boîte n° 1 (par exemple : $I_0 = 6{,}2$ milliampères).

3. Mesure. — Transporter l'oscillateur et la boîte n° 1 à l'origine du circuit à mesurer et transporter la boîte n° 2 à l'extrémité de ce circuit. Alimenter l'oscillateur au moyen du secteur en observant les instructions données précédemment et raccorder les bornes marquées « Utilisation » de l'oscillateur aux bornes marquées «Oscillateur » de la boîte n° 1. Raccorder les bornes marquées « Circuit » de la boîte n° 1 au circuit à mesurer. Ramener au zéro les trois commutateurs de la ligne artificielle de la boîte n° 2 et connecter au circuit à mesurer les bornes marquées « Circuit » de la boîte n° 2.

L'opérateur placé à l'origine du circuit règle le débit de l'oscillateur (en agissant sur le bouton de commande du rhéostat porté par l'oscillateur ou du rhéostat porté par la boîte n° 1) de manière à ce que le millimapèremètre indique constamment l'intensité notée au moment de l'étalonnage préalable (par exemple $I_0 = 6{,}2$ milliampères).

Pendant ce temps, l'opérateur placé à l'extrémité du circuit règle l'affaiblissement de la ligne artificielle de la boîte n° 2 de manière à rendre la déviation du voltmètre égale à la valeur U'_0 fixée au moment de l'étalonnage préalable (0,3 volt). Pour faire ce réglage, l'opérateur agit sur les trois commutateurs de commande de la ligne artificielle *en commençant par le commutateur de droite* (0 à 2 décinépers) ; il n'utilise le commutateur médian (0 à 8 décinépers) que si le commutateur de droite ne lui permet pas d'atteindre la tension de 0,3 volt ; il n'utilise de même le commutateur de gauche (0 à 8 décinépers) que si les deux autres commutateurs ne lui permettent pas de réaliser la déviation fixée. Lorsque le voltmètre indique 0,3 volt, l'opérateur fait la somme des trois nombres inscrits en regard des positions occupées par les trois commutateurs : cette somme représente l'équivalent des circuits, exprimé en décinépers.

4. Vérification de l'étalonnage. — L'oscillateur et les boîtes n° 1 et n° 2 ayant été ramenés en un même lieu, refaire l'étalonnage. L'intensité I'_0 résultant de ce nouvel étalonnage ne doit pas s'écarter sensiblement de l'intensité I_0 résultant de l'étalonnage préalable.

5. Cas où l'équivalent mesuré est supérieur à 1,8 néper. — Dans ce cas, l'opérateur placé à l'extrémité du circuit note simplement la tension U' indiquée par le voltmètre (cette tension est inférieure à 0,3 volt), lorsque les trois commutateurs de la ligne variable sont à fond de course. L'affaiblissement effectif du circuit est approximativement égal à :

$$B = 1{,}8 + \log_e \frac{0{,}3}{U'} \text{ népers.}$$

Une courbe jointe à l'appareil indique la correspondance entre B et U' (les valeurs de B indiquées par cette courbe ne sont exactes que si le voltmètre est proportionnel : ces valeurs n'ont doncqu' un caractère approché ; il est d'ailleurs commode d'inscrire ces valeurs sur le cadran du voltmètre lui-même).

IV. Critique de la méthode.

1. Niveaux utilisés dans la mesure. — Pour pouvoir employer un milliampèremètre et un voltmètre robustes, il est

nécessaire d'utiliser, pendant la mesure, des niveaux relativement élevés : le niveau absolu de tension à l'extrémité réceptrice est égal à — 1 néper environ ; il est donc de l'ordre de + 0,8 néper à l'extrémité émettrice, c'est-à-dire supérieur au niveau zéro avec lequel sont normalement effectuées les mesures d'équivalent sur les câbles téléphoniques à grande distance. En fait, le niveau + 0,8 n'a pas une valeur excessive : les transformateurs qui peuvent être insérés à l'origine du circuit ont un rendement constant jusqu'à des niveaux très supérieurs à + 0,8 néper (P. Chavasse, *Annales des P.T.T.*, juillet 1930); les bobines de charge supportent elles-mêmes de courants correspondant à des niveaux beaucoup plus élevés sans que leurs caractéristiques soient modifiées d'une façon sensible ; enfin les répéteurs qui peuvent être insérés sur le circuit ne sont jamais placés en pratique, au voisinage de l'origine et ne risquent pas, par conséquent, d'être surchargés. L'utilisation de niveaux élevés s'impose d'ailleurs dans le cas de circuits partiellement aériens, parfois troublés, si l'on veut que les courants parasites recueillis par le circuit ne faussent pas d'une manière inadmissible les indications des instruments [1].

2. Fréquence et pureté des courants fournis par l'oscillateur. — L'oscillateur fournit, quel que soit le mode d'alimentation, une fréquence égale à 800 p : s à moins de 5 p : s près. On avait, dans le projet initial, prévu l'insertion d'un filtre à la sortie de l'oscillateur ; on a, par la suite, renoncé à cette addition : les harmoniques, peu importants d'ailleurs, fournis par l'oscillateur n'affectent pas d'une manière sensible la précision des mesures.

---

1. La puissance très réduite de 1 milliwatt (niveau zéro) habituellement mise en jeu à l'origine d'un système téléphonique dans les essais de transmissions ne correspond nullement aux puissances réelles qui peuvent être développées en cours de conversation. On admet que la puissance mise en jeu, en cours de conversation, à l'extrémité émettrice d'un circuit téléphonique est de l'ordre de 6 milliwatts. Les circuits téléphoniques à grande distances ont d'ailleurs établis de manière à transmettre sans distorsion une puissance, mesurée en régime snuisoïdal, égale à 5 milliwatts (niveau + 0,8 néper) à l'origine du circuit et pouvant atteindre 50 milliwatts à la sortie d'un répéteur (dans le cas d'un circuit à quatre fils). On voit que les niveaux mis en jeu avec l'appareillage qui vient d'être décrit ont des valeurs tout à fait normales.

3. Précision des mesures. — On peut juger de la fidélité des instruments de mesure dans les conditions d'emploi par les constatations faites au cours d'une série d'essais qui ont motivé le transport de ces instruments à Limoges, Bordeaux, Toulouse et Marseille. Les valeurs relevées au cours de l'étalonnage préalable effectué avant le départ de Paris et au cours de réétalonnage effectué au moment du retour à Paris sont les suivantes :

ÉTALONNAGE EFFECTUÉ	INDICATION du voltmètre (en volts)	INDICATION de l'ampèremètre (en milliampères)
avant le départ de Paris	$U_0 = 0{,}3$	$I_0 = 6{,}30$
au retour de Paris.	$U_0 = 0{,}3$	$I_0' = 6{,}20$

On voit que, du fait de l'infidélité des instruments de mesure, le rapport $\frac{I_0}{U}$ peut être affecté d'une erreur relative dont la limite supérieure est de l'ordre de : $\frac{6{,}3 - 6{,}2}{6\,3} = \frac{0{,}1}{6{,}3} = 0{,}016$.

Il en résulte, pour

$$B + b = \log_e \frac{600}{2} \cdot \frac{U'}{I}.$$

une erreur absolue inférieure à :

$$\mathrm{d}\,(B + b) = \frac{\Delta\left(\frac{I}{U'}\right)}{\left(\frac{I}{U'}\right)} = 0{,}016 \text{ néper.}$$

Ce résultat permet d'étudier la précision qu'on peut attendre d'une mesure d'équivalent effectuée par la méthode proposée.

L'égalité des deux membres, $B + b$ d'une part et b^0 d'autre part, de l'équation n° 7 (I,2) n'est réalisée que d'une manière approchée en raison : 1° des erreurs dues à l'infidélité des appareils ; 2° des erreurs de lecture de l'intensité et de la tension. L'infidélité des appareils peut entraîner un écart entre $B + b$ et b_0 dont la limite supérieure est de 0,016 néper.

Les lectures peuvent être faites sur l'ampèremètre à un quart de division près et sur le voltmètre à un dixième de division près ; il en résulte ,sur I et U' des erreurs relatives dont la limite supérieur est de :

$$\frac{\Delta I}{I} = \frac{1}{4} \cdot \frac{0{,}01}{0{,}63} = 0{,}0040,$$

$$\frac{\Delta U'}{U'} = \frac{1}{10} \cdot \frac{0{,}01}{0{,}3} = 0{,}035.$$

Ces erreurs relatives entraînent, pour l'affaiblissement, une erreur absolue dont la limite supérieure est de :

$$0{,}0040 + 0{,}0035 = 0{,}0075 \text{ néper.}$$

Cette erreur peut se produire au moment de l'étalonnage préalable, puis au moment de la mesure, si bien que l'égalité des deux membres de l'équation (7) n'est garantie qu'à :

$$0{,}016 + 2 \times 0{,}0075 = 0{,}031 \text{ néper près.}$$

Les affaiblissements b_0 et b, lus en regard des commutateurs de la ligne artificielle L, ne sont eux-mêmes exacts qu'à 0,003 néper près (I,4) ; B n'est donc connu, en définitive, qu'à :

$$0{,}031 + 2 \times 0{,}003, \text{ soit : } 0{,}04 \text{ néper près } (^1).$$

L'erreur due à l'infidélité des appareils de mesure disparaît et la précision devient meilleure lorsqu'on mesure l'équivalent d'une boucle, l'origine et l'extrémité du circuit mesuré étant ramenées dans une même station.

V. Conclusions.

L'intérêt du matériel qui vient d'être décrit réside dans son poids réduit et dans son faible encombrement ; chacune des deux

1. Les voltmètres et ampèremètres à redresseurs à oxyde de suivre ne sont pas insensibles aux variations de température ; l'erreur qui en résulte sur l'équivalent demeure négligeable lorsque le voltmètre et l'ampèremètre sont placés, au moment de la mesure, dans des locaux dans la température s'écarte seulement de quelques degrés de la température du local dans lequel on a effectué l'étalonnage.

Lorsque l'écart de température est plus important, lorsque, par exemple, l'étalonnage ayant été effectué à une température de + 20°, on transporte la boîte n° 2 (renfermant le voltmètre) dans une guérite ou règne une température de + 5°, on peut commettre, sous l'équivalent, une erreur (par excès) atteignant 0,04 néper. Une étude préalable des voltmètres permet d'ailleurs de déterminer la correction à faire subir aux résultats bruts des mesures pour éliminer cette erreur systématique.

parties de ce matériel (oscillateur et boîte n° 1 d'une part, boîte n° 2 d'autre part) peut être portée comme bagage à main par un seul opérateur. Le principe de la méthode employée est d'ailleurs tel, qu'il permet d'effectuer des mesures d'équivalent correctes avec des instruments robustes et peu coûteux. La valeur indiquée pour la limite supérieure de l'erreur possible peut paraître élevée : en fait, une partie importante de cette erreur possible provient des erreurs de lecture, dont aucune méthode de mesure directe des affaiblissements n'est affranchie, et il est permis de dire que la précision obtenue avec le matériel qui vient d'être décrit est pratiquement suffisante pour les mesures d'équivalent effectuées sur des liaisons comportant des lignes aériennes, des câbles de réseaux urbains et des traversées de bureaux.

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur les phénomènes de synchronisation (Henri Abraham, *C.R. acad. sciences*, 11 juillet 1932). — Les considérations qui vont suivre paraissent devoir s'appliquer à la plupart des phénomènes de synchronisation. Nous prendrons comme exemple le cas, relativement simple, d'un appareil récepteur soumis à l'action des ondes hertziennes d'une station émettrice. Le poste récepteur est supposé être accroché en oscillations entretenues faibles, comme lorsque l'on veut écouter une émission lointaine.

Le phénomène bien connu des battements entre les oscillations propres du récepteur et les oscillations forcées que lui imposent les ondes incidentes fait entendre un son dans le téléphone. La fréquence de ce son de battements est réputée être égale à la différence des fréquences des oscillations des deux origines ; et l'extinction des battements est réputée indiquer l'accord exact des oscillations libres du récepteur sur les oscillations incidentes.

Mais le récepteur n'est pas libre : il est couplé avec l'antenne d'émission, et cela entraîne un désaccord profond entre les énoncés précédents et la réalité. En particulier, lorsque les battements cessent, le poste récepteur n'est jamais rigoureusement réglé sur l'émission, et l'absence de battements peut se maintenir sur toute une plage du réglage. Si elles pouvaient se produire librement, les oscillations propres du récepteur ne seraient pas synchrones de l'émission ; c'est seulement en raison du couplage que le récepteur s'est accroché à distance sur l'antenne d'émission. La fréquence de l'émission peut alors varier dans d'assez larges limites : le poste récepteur suit rigoureusement ces variations sans jamais gagner ou perdre une seule période.

Le mécanisme d'approche de ces accrochages est assez intéressant.

Le régime des battements comporte des alternatives de coïnci-

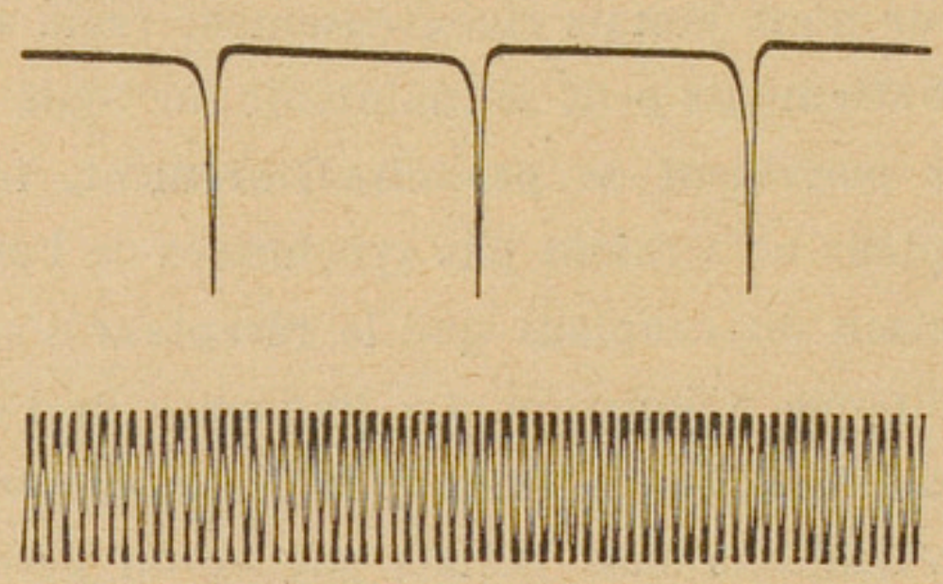
dence de phase et d'opposition de phase qui correspondent, à cause du couplage, à des alternatives de tendance à la synchronisation, puis à la désynchronisation. Mais il existe une certaine dyssymétrie entre les deux demi-régimes. La durée pendant laquelle les effets synchronisants se produisent est, en effet, plus grande que celle des effets inverses, parce que l'entretien des oscillations propres se fait alors sur une période voisine de celle des ondes incidentes et contribue à maintenir le synchronisme, tandis que l'effet inverse se produit dans l'autre partie du temps, celle de la désynchronisation, qui devient ainsi très rapide.

Il en résulte que le régime oscillatoire du récepteur se compose d'une série d'accrochages presque parfaits sur la fréquence des ondes, accrochages séparés par des décrochages brusques, pratiquement instantanés.

Le son de battements que l'on entend a comme période l'intervalle de temps qui sépare les décrochages successifs.

On a une confirmation de ces considérations par l'observation du timbre des sons de battements, où l'on reconnaît aisément une succession de chocs. Une confirmation indirecte résulte encore de ce que, *a priori*, le réglage exact du synchronisme serait impossible à réaliser avec les moyens relativement grossiers d'ajustement des circuits dont sont pourvus les appareils récepteurs.

La figure ci-dessous a été dessinée d'après l'inscription oscillographique du courant redressé d'un voltmètre amplificateur où l'on



faisait interférer les oscillations d'un oscillateur puissant et celles d'un oscillateur faible. Lorsque les appareils ne sont pas couplés, le courant d'interférence est d'allure sinusoïdale ; mais lorsque les circuits sont

couplés, les accrochages intermittents se manifestent clairement sur la courbe.

Les phénomènes de radiosynchronisation que nous venons d'analyser sont utilisés automatiquement dans l'écoute de la radio lointaine. Il est donc utile que les stations émettrices n'emploient pas une modulation trop profonde et laissent subsister une proportion d'onde porteuse suffisante pour permettre l'accrochage des appareils récepteurs dans l'écoute lointaine.

L'accrochage si facile des postes récepteurs sur la fréquence des ondes hertziennes fournit par ailleurs une méthode d'une précision absolue pour tous les réglages de fréquences à distance. Les procédés, maintenant classiques, de multiplication et de démultiplication permettent, en effet, de passer de la fréquence initiale de l'émission sur laquelle le récepteur est accroché à telle autre fréquence que l'on désire. On peut ainsi faire fonctionner simultanément dans différents postes récepteurs des organes mécaniques ou chronométriques rigoureusement synchrones, sans avoir à demander à la station émettrice de fournir pour ces applications particulières aucune espèce de signaux ou de modulations de synchronisation.

INFORMATIONS.

Nombre de licences délivrées aux auditeurs de la radiodiffusion. — Voici, d'après les renseignements publiés par l'Union internationale de radiodiffusion, le nombre de licences délivrées dans les principaux pays européens :

Allemagne.....	4.168.440 à la fin d'avril 1932,
Autriche	476.408 à la fin de mai,
Belgique	262.672 à la fin de mai (dont 4.384 gratuites),
Danemark	489.136 à la fin de mars (dont 17.011 gratuites),
Finlande	116.309 à la fin de mars,
Grande-Bretagne..	4.732.043 à la fin de mai (dont 32.676 gratuites pour les aveugles),
Norvège	110.583 à la fin d'avril (dont 94.196 dans le district d'Oslo),
Pays-Bas	542.116 à la fin de mars (dont 251.063 abonnés aux radio-centrales),
Pologne.....	313.281 à la fin d'avril,
Suède	585.085 à la fin de mai,
Suisse.....	187.080 à la fin de mai,
Tchécoslovaquie ..	420.077 à la fin de mars (dont 2.666 gratuites).

Aux Etats-Unis, d'après le numéro d'avril du *Broadcasting*, le nombre d'appareils récepteurs utilisés est d'environ 16.679.200, chiffe basé sur les statistiques de fabrication et de vente des appareils.

Les opérations de la Caisse nationale d'épargne française pendant l'année 1930. — En ce qui concerne les dépôts, leur nombre qui avait atteint 6.173.725 en 1929, s'est élevée à 8.985.966 (1) et leur montant est passé de 6.173.828.897 francs à 10.038.705.241 francs (1).

Les retraits, au nombre de 3.960.454 (1) contre 2.816.241 en 1929, sont montés à la somme de 5.994.336.388 francs (1) au lieu de 3.922.635.566 francs dans l'année précédente.

---

1. Pour la période de quinze mois qui s'est écoulée du 1er janvier 1930 au 31 mars 1931.

L'excédent des dépôts sur les retraits a atteint 4.044.368.852 francs [1], alors qu'il avait été, en 1929, de 2.251.193.331 francs.

Au cours de la période du 1er janvier 1930 au 31 mars 1931, la Caisse nationale d'épargne a émis 1.053.515 livrets nouveaux et en a soldé seulement 454.748 ; elle a, par suite, vu s'accroître sa clientèle de 598.767 déposants, et elle comptait, au 31 mars 1931, 9.106.051 livrets en circulation.

Enfin le solde dû aux déposants à la même date s'élevait à 16.132.973.736 francs, en augmentation de 4.474.309.215 francs par rapport à celui de l'année 1929.

Le total général des valeurs, fonds en compte-courant et immeubles composant l'actif de la Caisse nationale d'épargne s'élève à 17.218.269.335f,88.

Le tableau suivant indique la progression du nombre et du montant des opérations de toute nature (versements et remboursements) depuis l'origine de l'institution, qui remonte au 1er janvier 1882.

ANNÉES.	OPÉRATIONS DE TOUTE NATURE ;	
	Montant.	Nombre.
1883	846.244	118.119.347f,06
1893	3.553.880	697.500.043f,52
1903	5.397.283	885.375.156f,89
1913	7.846.596	1.291.346.558f,38
1923	5.734.758	2.283.096.686f,36
1926	5.478.787	3.684.499.517f,72
1927	6.904.867	5.883.445.951f,18
1928	8.295.358	8.457.050.320f,22
1929	8.989.966	10.096.464.464f,11
1930	10.005.153	12.390.782.979f,39

1. Pour la période de quinze mois qui s'est écoulée du 1er janvier 1930 au 31 mars 1931.

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

727.725. Dispositif de commande à distance par code télégraphique (Ateliers J. Carpentier, France).

728.211. Disposition de couplage pour postes télégraphiques intermédiaires à service manuel (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.462. Perfectionnements aux systèmes de transmission par télégraphie ultra-téléphonique (Lignes télégraphiques et téléphoniques, France).

730.534. Récepteur-imprimeur de signaux d'alphabet conventionnel, pour la télégraphie par câble (International communications laboratories, Etats-Unis).

Téléphonie.

727.542. Système de commande pour cadran d'appel de téléphone automatique (L.-L.-E. Chauveau, France).

728.294. Perfectionnements à la pupinisation des conducteurs des câbles téléphoniques (Etat néerlandais, Pays-Bas).

728.356. Dispositif de montage pour installations de postes téléphoniques secondaires (H. Fuld et C° Telephon und Telegraphenwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

728.491. Perfectionnements aux installations téléphoniques à postes d'intercommunication (La téléphonie industrielle et commerciale, France).

728.614. Perfectionnements aux systèmes de transmission téléphonique (Le Matériel téléphonique, France).

728.626. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Associated electric laboratories, Etats-Unis).

728.841. Procédé de fabrication de câbles téléphoniques exempts de couplages secondaires et câble fabriqué par ce procédé (Kabel und Metallwerke Neumeyer Aktiengesellschaft, Allemagne).

728.876. Perfectionnements apportés aux circuits par câbles, pour communications électriques (Le Matériel téléphonique, France).

728.902. Dispositif d'enregistrement pour amplification des sons et en particulier des conversations téléphoniques (C. Frère, France).

728.914. Dispositif pour la manœuvre du disque d'appel des postes de téléphonie automatique (R.-J. Bellot France).

729.083. Dispositif pour l'éclairage automatique des appareils téléphoniques (M.-J.-P. Véron, France).

729.131. Système de transmission téléphonique comprenant une ligne de transmission à distance et une ligne d'abonné (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.132. Lignes de communication téléphoniques entre un bureau interurbain et un abonné (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.482. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

729.535. Perfectionnements aux circuits modificateurs de la forme d'onde des signaux électriques, tels que les signaux télégraphiques (Le Matériel téléphonique, France).

729.606. Disposition de couplage pour le réglage automatique du niveau électrique dans les systèmes de transmission, à l'aide de courants de commande transmis par moments (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.907. Support pour écouteur téléphonique (O. Horn. Autriche).

730.132. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques (Automatic telephone manufacturing company, Angleterre).

730.214. Méthode pour réduire la diaphonie se manifestant en circuits métalliques multiples, sur lesquels le même texte est transmis simultanément (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.287. Câble sous-marin à protection contre la compression (Nord-deutsche Seekabelwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.298. Procédé d'appel dans le trafic de communication par courants porteurs (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.447. Perfectionnements aux appareils téléphoniques et aux appareils de signalisation analogues (Electrical research products, Etats-Unis).

730.557. Procédé pour le réglage automatique du niveau électrique dans les longues lignes de câbles téléphoniques chargées, avec amplificateurs intermédiaires (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

40.590. Perfectionnements aux commutateurs sélecteurs utilisés dans les systèmes téléphoniques (Le Matériel téléphonique, France). (1re addition au brevet n° 694.175).

40.633. Perfectionnement aux systèmes de téléphonie automatique (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 708.668).

Transmission des images.

728.317. Procédé et appareils de transmission des images à teintes dégradées (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

728.532. Moteur synchronisé à induction et applications à télévision, télécinéma, télémécanique, etc... (invention R. Barthélemy)

(Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

728.589. Perfectionnements aux systèmes et appareils de télévision (Radio corporation of America, Etats-Unis).

729.405. Lampe éliminatrice des parasites atmosphériques dans les réceptions de radiotélégraphie, radiophonie, téléphotographie, télévision et autres radio-réceptions (G. Monteavaro et O. Kobler, Espagne).

729.536. Perfectionnements aux systèmes électriques de transmission d'images, diagrammes ou autres représentations (Le Matériel téléphonique, France).

729.546. Perfectionnements aux récepteurs de télévision, télécinématographie et autres modes de transmission à distance (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

729.957. Lampe actinique d'enregistrement et de télévision (A.-E. Chêne et R.-L. Bernot, France).

730.466. Lampe électrique à décharge gazeuse, en forme de tube, en particulier pour la télévision (Société dite « Osa », participations industrielles, Suisse).

730.551. Perfectionnements apportés aux procédés et appareils de transmission des images, et en particulier à leur synchronisation (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France).

40.644. Dispositif de synchronisation comportant un oscillateur commandé, en particulier pour appareils de télévision (Société dite : Fernseh A. G., Allemagne) (1re addition au brevet n° 705.266).

Radiocommunications.

728.406. Dispositif destiné à éliminer les bruits parasites et les modulations indésirables, lors de la réception de courants alternatifs non modulés ou d'ondes électromagnétiques propagés par fil ou sans fil (J. Fuchs, Autriche).

728.441. Perfectionnements aux générateurs thermioniques d'oscillations (Marconi's wireless telegraph company, Angleterre).

728.515. Condensateur variable multiple pour appareil de réception radioélectrique fonctionnant par changement de fréquence (Société G. Gavoret et compagnie, France).

728.540. Perfectionnements aux systèmes de signalisation par ondes (O.-J. Lodge et J. Robinson, Angleterre).

728.674. Dispositif récepteur destiné à être utilisé en télégraphie ou en téléphonie sans fil, et dans lequel le circuit d'une grille-écran est couplé avec le circuit d'une grille de commande (A. Filipponi et Société dite : Societa anonima nazionale del grammofono, Italie).

728.688. Dispositif de manipulation amortie d'émetteurs (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

728.697. Perfectionnements aux appareils récepteurs de T.S.F. (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

728.751. Dispositif s'adaptant instantanément à tous les écouteurs et casques téléphoniques ou de T.S.F. pour en améliorer le rendement et perfectionner l'emploi (J.-F. Chamoux, France).

728.756. Bobine d'inductance variable (Ch.-J.-F. Thomas, Algérie).

728.854. Système oscillateur à tube électronique (Wired radio, Etats-Unis).

728.897. Aimant de dispositifs électrodynamiques, tels que haut-parleurs, microphones, lecteurs phonographiques, etc... (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

728.903. Dispositif de signalisation à distance utilisant des amplificateurs électriques (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

728.923. Dispositif pour la modulation à volonté en phase ou en amplitude avec taux de modulation variable (Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, Allemagne).

728.934. Montage détecteur (N. V. Philips' Glœilampenfabrieken, Pays-Bas).

729.020. Nouveau procédé pour l'obtention de fréquences élevées (Compagnie générale de télégraphie sans fil, France).

729.186. Mât pour antenne (R. Janssens, Belgique).

729.376. Correcteur de fading pour postes récepteurs radioélectriques (J. Peaucellier, France).

729.446. Perfectionnement aux appareils récepteurs de T.S.F. (Mme Blondeau, née M. Couillot, France).

729.538. Perfectionnements à la réception d'émissions électromagnétiques dirigées (Société industrielle des procédés W. A. Loth, France).

729.783. Tube d'émission refroidi par l'eau (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.784. Emetteur étalonné à tubes (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.917. Perfectionnements aux appareils récepteurs et reproducteurs des sons (V. de Andia, France).

729.961. Transformateur d'énergie électrique en énergie acoustique spécialement applicable à la reproduction des fréquences graves (A.-M.- B. Charlin et P.-M.-G. Toulon, France).

730.208. Perfectionnements aux appareils de réception radiophonique (E.-K. Cole et E.-J. Wyborn, Angleterre).

730.280. Organe de commande pour haut-parleurs, microphones ou autres appareils électrodynamiques et son procédé de fabrication (N.-V. Philips' Gloœilampenfabrieken, Pays-Bas).

730.303. Appareil récepteur et amplificateur (Ideal Werke, Aktiengesellschaft für drahtlose Telephonie, Allemagne).

730.335. Récepteur d'ondes ultra-courtes (C. Lorenz, Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.476. Antenne à plusieurs branches émettrices disposées autour d'une branche centrale (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.503. Disposition de couplage pour éliminer les tensions alternatives perturbatrices entre la cathode et les autres électrodes des tubes d'installations d'amplificateurs (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.663. Dispositif pour la surveillance de balises radiotélégraphiques (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

40.452. Dispositif permettant d'atténuer ou de supprimer les effets de nuit dans les relèvements radiogoniométriques (Compagnie générale aéropostale, France) (1re addition au brevet n° 772.332).

40.557. Nouevlle méthode d'émission d'ondes modulées, procédés de réalisation et applications à la radiotélégraphie et à la radiotéléphonie simples, multiplex et secrètes (Société française radioélectrique, France) (1re addition au brevet n° 708.058).

40.607. Dispositif pour faciliter le réglage des postes récepteurs d'ondes hertziennes (J.-L. Routin, France) (1re addition au brevet n° 721.635).

Divers.

728.611. Perfectionnements aux systèmes de signalisation électrique (Associated telephone and telegraph company, Etats-Unis).

728.696. Dispositif de montage pour la commande synchrone par plots d'une série de cadrans de signalisation (Elektrozeit Aktiengesellschaft, Allemagne).

729.124. Perfectionnements aux dispositifs de blocage pour les courants de signalisation superposés sur les réseaux d'électricité (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France).

729.456. Procédé et dispositif pour la transmission de signaux radioélectriques d'avertissement et de protection entre véhicules (P.-A. Duval, M.-R. Duval, Cl.-M. Thiaffey-Rencorel et E.-L. Lebrejal, France).

729.894. Dispositif de changement et de signal à contrôle permanent (Vereinigte Eisenbahn Signalwerke Gesellschaft, Allemagne).

730.042. Disposition et système de couplage pour installations d'annonce, notamment pour installations de contrôle de surveillants (Siemens et Halke Aktiengesellschaft, Allemagne).

730.413. Système de tableau d'affichage de cours de marchandises et autres (International communications laboratories, Etats-Unis).

730.502. Disposition de transmission à distance pour la transmission simultanée de plusieurs valeurs avec au moins trois courants porteurs différents (Siemens et Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

40.653. Méthode et appareillage pour l'indication phonétique automatique de l'heure exacte par la voie téléphonique (E. Belin, France) (1re addition au brevet n° 715.417).

BIBLIOGRAPHIE.

Cours de téléphonie automatique, par Ch. Petit, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes. *Livre I* (3e édition, revue et augmentée). Paris, Eyrolles, 1932. 1 vol. in-8°.

Cette nouvelle édition a été augmentée de l'étude détaillée du système rotatif Thomson-Houston, dit système R.6, qui est maintenant en service dans de nombreux bureaux de province ; elle sera par suite consultée avec profit par tous ceux qui sont désireux de se documenter d'une façon détaillée sur l'équipement des bureaux automatiques. G. L.

Le téléphone chez les abonnés, par M. Caillez, ingénieur des Postes et Télégraphes. Paris, Librairie de l'enseignement technique, 1932. 1 vol. in-8° de 324 pages, avec 173 figures. — Pris : 45 francs.

De nombreux auteurs ont décrit les installations téléphoniques de bureaux centraux ; mais aucun, jusqu'ici, n'avait entrepris la description détaillée de toutes les installations que l'industrie téléphonique met à la disposition des abonnés, car c'est un sujet très vaste et très complexe, en raison à la fois des besoins très variés à satisfaire et de la diversité des solutions adoptées par les constructeurs ; il faut louer M. Caillez, qui a dirigé pendant plusieurs années le service des installations téléphoniques chez les abonnés du réseau de Paris, d'avoir comblé cette lacune et surtout de l'avoir fait avec autant de clarté et d'intelligence et d'une façon aussi complète.

Après avoir, dans l'introduction, indiqué l'utilité et la nature du contrôle que l'administration française des Postes et Télégraphes exerce sur toutes les installations téléphoniques, l'auteur étudie en détail les principaux modes de réalisation que les constructeurs ont pu envisager d'adopter pour satisfaire aux besoins téléphoniques

très variés des abonnés. Le premier chapitre est consacré aux installations ne permettant que des communications avec le réseau public sans communications intérieures (postes simples, installations avec machoires et postes accessoires, appareils à prépayement, appareils à réception amplifiée). Le deuxième étudie les installations dans lesquelles les postes communiquent entre eux par l'intermédiaire d'un meuble manuel : tableaux, standards, multiples. Les installations à intercommunication et à prise directe du réseau, qui tendent à se répandre de plus en plus et sur lesquelles aucune documentation aussi complète n'avait encore été rassemblée, font l'objet des chapitres III à V. Les boîtes de coupure et les postes de filtrage sont étudiés au chapitre VI ; les installations de change, au chapitre VII ; enfin le dernier chapitre est consacré aux lignes de jonction reliant deux installations.

Pour toutes les questions traitées et contrairement à de trop nombreux ouvrages techniques dans lesquels l'auteur se borne à reproduire sèchement les notices et les schémas des constructeurs, M. Caillez non seulement présente les schémas sous forme de schémas élémentaires, mais encore explique les raisons d'être de chaque disposition adoptée pour les organes et les circuits électriques; il traite séparément chacun des problèmes, en indiquant : le but à atteindre, les difficultés rencontrées et les dispositifs employés par chaque constructeur ; par suite, au cours de la lecture, qui se fait sans difficulté bien que les sujets traités soient très arides, on ne peut s'empêcher de savoir gré à l'auteur de l'immense travail à la fois d'analyse et de synthèse que représente un tel ouvrage. Ce livre, qui témoigne de la grande expérience de l'auteur, sera lu et consulté avec profit par les fonctionnaires et agents de l'administration qui s'occupent des installations d'abonnés et par tous les constructeurs de matériel téléphonique, et constituera pour eux une documentation unique et un précieux instrument de travail. G. L.

Le gérant :
HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 14-10-32.

LES COMMUNICATIONS RADIOÉLECTRIQUES AVEC LES NAVIRES EN MER,

par E. PICAULT,
ingénieur en chef des Postes et Télégraphes,
directeur du Service de la T. S. F.

La radiotélégraphie a été appliquée dès son début à la liaison des navires entre eux ou avec les côtes ; actuellement, un service de communications entre les avions et la terre vient de s'ouvrir. Les communications entre deux postes dont l'un au moins est mobile forment le *service mobile*, qui, dans sa forme actuelle, a été principalement développé dans les relations avec les navires, parce que l'expérience acquise date de plus de vingt ans et qu'il a été possible d'établir des règles précises, tant au point de vue technique que pour l'exploitation.

Les règles du service radiotélégraphique font l'objet de conventions internationales ; une procédure spéciale est toutefois prévue pour le service mobile, qui s'exécute suivant des règles particulières alors que le service entre points fixes s'effectue suivant les mêmes règles que le service télégraphique ordinaire.

Le service mobile est lié à la sécurité de la vie humaine en mer ; les conventions internationales qui sont conclues par les services maritimes à ce sujet définissent toujours le rôle de la T.S.F. à cet égard et ont imposé l'installation d'un poste principal et d'un poste de secours.

Dans ce qui suit, je me propose d'exposer quels sont les problèmes d'exploitation entre les stations côtières et les navires, comment ils sont résolus dans la construction des postes et dans l'organisation du service, tant par radiotélégraphie que par radiotéléphonie ; des communications radiotéléphoniques entre les navires et la terre, qui ont été ouvertes depuis peu, donnent en effet aux passagers ou aux équipages des paquebots la possibi-

lité de parler à des correspondants se trouvant à terre et apportent un complément très appréciable aux communications radiotélégraphiques.

***

Les divers services. — Dans sa forme actuelle, le service radioélectrique des navires en mer est exécuté au moyen de postes de types différents, qui répondent à des buts différents :

1° le service de sécurité par radiotélégraphie, le plus ancien de tous les services radioélectriques, qui utilise une gamme de longueurs d'onde autour de l'onde moyenne de 600 mètres dite *onde de détresse*, et auquel s'ajoute un service commercial à courte distance (500 à 800 milles marins) ;

2° le service commercial des communications à grande distance utilisant des longueurs d'onde de la gamme de 2.400 mètres : ce service commercial est exclusivement utilisé pour la correspondance publique générale ; les stations qui l'assurent reçoivent un équipement spécial ; les portées qui sont atteintes dans ce service correspondent en tout temps à la distance qui sépare la France du milieu de l'Atlantique et dans de bonnes conditions à la traversée de l'Atlantique toute entière ;

3° un service télégraphique commercial à très grande distance sur ondes courtes, qui s'est développé au cours des deux dernières années et paraît appelé à une très grande extension ; il a permis de suivre depuis la France des navires jusqu'au sud de Madagascar, sur la côte orientale de l'Asie et en vue de l'Amérique du nord et de l'Amérique du sud : certains correspondants réguliers des stations françaises stationnent aux îles Kerguelen, situées au sud-est de Madagascar et à une distance de Madagascar qui est comparable à la largeur de l'Europe entière de Madrid à Moscou ;

4° un service radiotéléphonique fait sur onde courtes ;

5 un service de radiotéléphonie pour les petits bateaux.

Conditions générales d'exploitation. — Les conditions générales du service télégraphique avec les navires en mer sont complè-

tement différentes de celles du service entre points fixes. Le poste de bord ne peut avoir qu'un encombrement limité et une puissance peu importante (1 à 2 kilowatts au maximum). Il est impossible d'utiliser à bord des antennes très développées ; mais, par contre, la résistance de l'antenne peut être rendue très faible, les difficultés auxquelles donnent lieu la prise de terre dans les stations terrestres n'ayant pas lieu ; malgré cela, le rayonnement des postes de bord est peu intense. De plus, il est trop difficile, à bord, d'écarter suffisamment le poste émetteur et le poste récepteur pour que l'on puisse appliquer les règles du service duplex.

Ces conditions sont particulièrement délicates pour le service à grande distance, où se pose le problème d'effectuer un service à grande distance avec un poste peu puissant, qui, dans la station côtière correspondante, ne produit qu'un champ très faible. Une autre cause de difficultés est le grand nombre des communications qui sont faites dans une même gamme de longueurs d'onde par des postes qui sont souvent très rapprochés : bien que les opérateurs professionnels aient une grande habileté, il arrive fréquemment que certains d'entre eux réussissent à lire l'émission d'un correspondant à peine perceptible, tandis qu'une autre émission, provenant d'un poste à courte distance, domine la première.

Il serait illusoire de compter uniquement sur l'habileté de l'opérateur pour assurer l'exécution du service, et des dispositions techniques très étudiées sont prévues pour éviter les brouillages : dans sa gamme d'utilisation, le récepteur est très sélectif et très sensible, et les conditions qu'il remplit à ce sujet sont particulièrement strictes ; l'agent qui le dessert a, de plus, la facilité de le régler à sa volonté sur une longueur d'onde quelconque ; le transmetteur est construit de manière à émettre à volonté sur l'une ou l'autre de plusieurs longueurs d'onde différentes, repérées à l'avance (généralement, trois dans les stations terrestres) ; la longueur d'onde utilisée peut être choisie très facilement par l'agent qui dessert la communication, car la manœuvre à faire est très simple et se réduit à l'enfoncement d'un bouton, ce qui lui permet de changer la fréquence de l'émission du poste en un in-

tervalle de temps très court, de l'ordre d'une dizaine de secondes ; le poste émetteur est muni de commutateurs automatiques, à commande asservie, dont le fonctionnement doit être très sûr.

D'autre part, des règles de service permettent d'assurer le trafic malgré la présence des émissions voisines : dans les deux gammes de longueur d'onde, il existe une onde d'appel commune à tous les navires : 600 mètres dans la première gamme et 2.100 dans la seconde. Ces deux longueurs d'onde réservées aux appels ne sont pas utilisées pour le trafic, qui est exécuté, pour chaque station, sur une fréquence déterminée : c'est ainsi que la station du Havre utilise l'onde de 2.880 mètres pour ses transmissions aux navires (service à grande distance). Le choix des longueurs d'onde est faite en tenant compte des règles internationales comme des conditions du trafic et de la clientèle : c'est ainsi que la station de Boulogne-sur-Mer utilise l'onde de 220 mètres parce que sa clientèle est composée en grande partie de chalutiers, dont cette onde est l'onde normale de travail ; elle est d'ailleurs la seule des stations côtières françaises qui emploie cette longueur d'onde.

La télégraphie sans fil ne permet pas encore d'appeler à volonté une station déterminée ; aussi les opérateurs doivent-ils être constamment à l'écoute pour guetter les appels qui peuvent être faits par les autres postes de bord ou de terre. La veille des appels constitue un travail important, qui ne donne pas toujours des résultats apparents, mais qui est cependant pénible en raison de l'attention soutenue qu'il exige et de la fatigue qu'occasionnent les décharges atmosphériques, très fréquentes à certaines périodes. Elle n'est d'ailleurs imposée par les conventions internationales qu'à certaines catégories de navires, dont le tonnage et la nature du service le justifient ; d'autres navires n'écoutent les appels qu'à certaines périodes.

Enfin, à des heures déterminées à l'avance, certaines stations côtières appellent tous les navires pour lesquels des télégrammes sont en instance à la station (généralement, toutes les deux heures ou toutes les heures).

Service sur l'onde de 600 mètres. — Le service de sécurité sur la longueur d'onde de 600 mètres, organisé depuis l'origine de la radiotélégraphie, a été réglementé pour la première fois par la convention radiotélégraphique internationale de Londres de 1912 ; la réglementation actuellement en vigueur a été fixée par la convention de Washington de 1927.

Au début du service maritime, les émetteurs, à ondes amorties, n'avaient qu'une faible puissance et une faible portée, les récepteurs à galène étaient peu sensibles ; il était impossible de communiquer à grande distance ; malgré ces conditions défavorables, le service commercial s'est développé rapidement. Après divers essais, la longueur d'onde de 600 mètres avait été choisie comme onde d'appel et de sécurité pour ces communications, parce qu'elle se prête bien à l'emploi d'antennes peu développées et que sa propagation est très régulière, de sorte que le signal de détresse émis par un navire peut être entendu par tous les postes qui se trouvent à proximité et dans un rayon qui, pour les postes usuels, atteint plusieurs centaines de milles marins. Cela n'est pas le cas pour la longueur d'onde de 200 mètres utilisée au début de la radiotélégraphie, qui a déjà, au moins dans certains cas, la propriété de présenter des zones de silence, et l'on conçoit que, sur mer, quand un navire appelle au secours, il faut que ce soit les navires proches de lui qui reçoivent son appel et non ceux qui se trouvent à une distance trop grande.

Au cours des dernières années, le service radiotélégraphique dans la gamme de 600 mètres s'est beaucoup développé ; les postes émetteurs à lampes sont entrés en service en même temps que des récepteurs sensibles, et il s'effectue actuellement, sur l'onde de 600 mètres, un service commercial important dont les recettes atteignent un chiffre élevé ; à ce service commercial, s'ajoute d'ailleurs le service de sécurité, les renseignements météorologiques, la radiogoniométrie et divers autres services ayant pour but de faciliter la navigation : c'est ainsi, par exemple, que la station côtière de Bordeaux est organisée de manière à faciliter la navigation dans l'estuaire de la Gironde.

Le service sur l'onde de 600 mètres est ainsi un service ouvert

à tous, au plus petit navire comme au plus grand ; il donne des facilités importantes et il assure le secours en cas d'accident ; il doit donc être fait à bord au moyen de postes très simples, d'un prix peu élevé, manipulés par des opérateurs n'ayant que le mi-

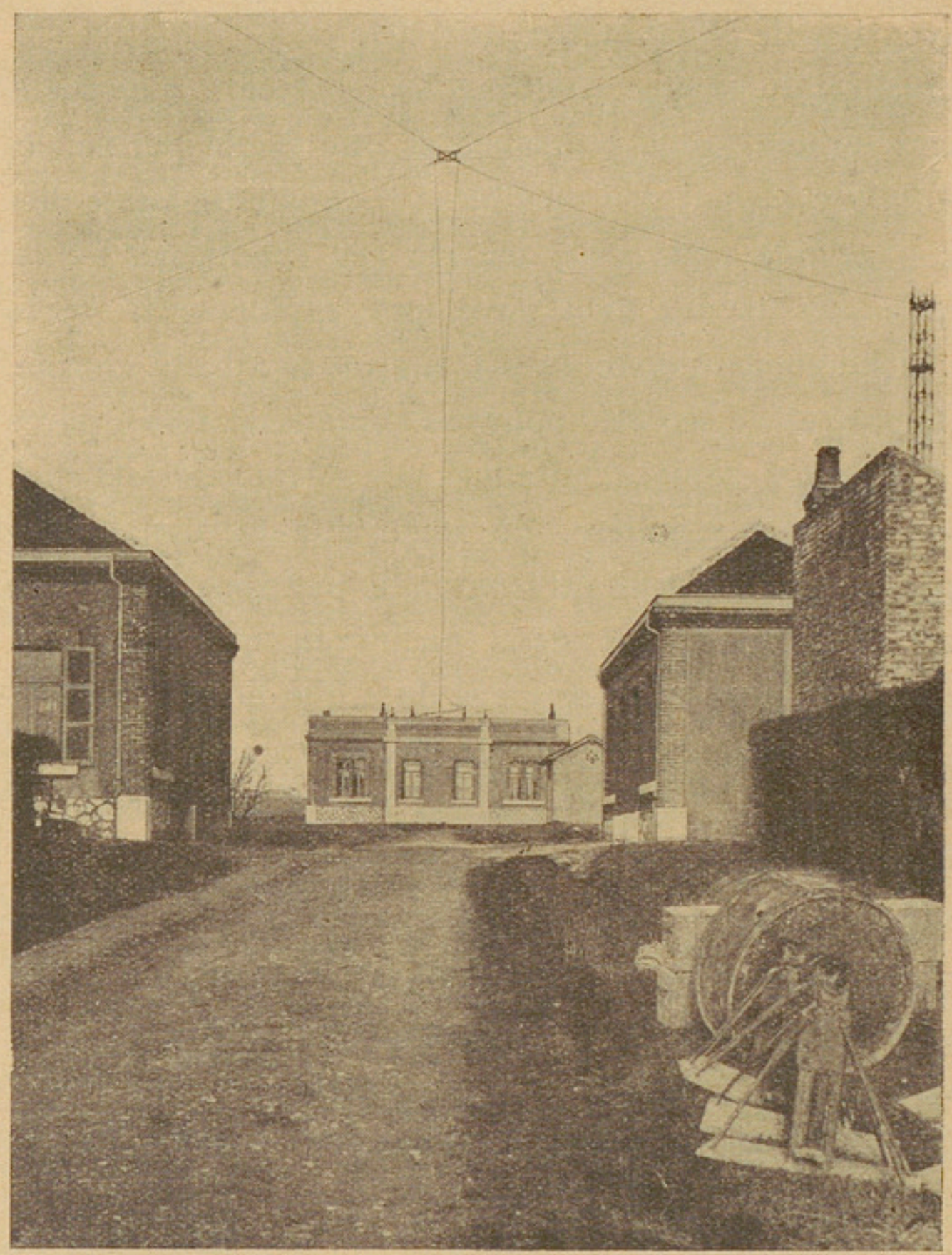


Fig. 1. — Vue d'ensemble du poste de Boulogne-sur-mer.

nimum d'instruction radiotélégraphique ; il doit être très sûr puisqu'il assure la sécurité de la navigation et la sauvegarde de la vie humaine en mer.

Les stations côtières françaises équipées à cet effet sont celles de Boulogne-sur-Mer-Radio, d'Ouessant-Radio, de Bordeaux-Port-Radio (le Bouscat), de Marseille-Radio, de Bonifacio-Radio.

Dans ces stations, le trafic est effectué à l'alternat, l'antenne du poste étant reliée alternativement au transmetteur et au récepteur ; le rôle primordial de ces stations étant d'assurer la sécurité, le trafic est, en général, assez peu intense pour qu'il n'y ait aucun retard dans l'acheminement des télégrammes du fait de cette méthode de travail ; les antennes sont, en général, peu développées, la hauteur des pylônes variant entre 40 et 70 mètres.

Les postes émetteurs sont à ondes entretenues modulées ;

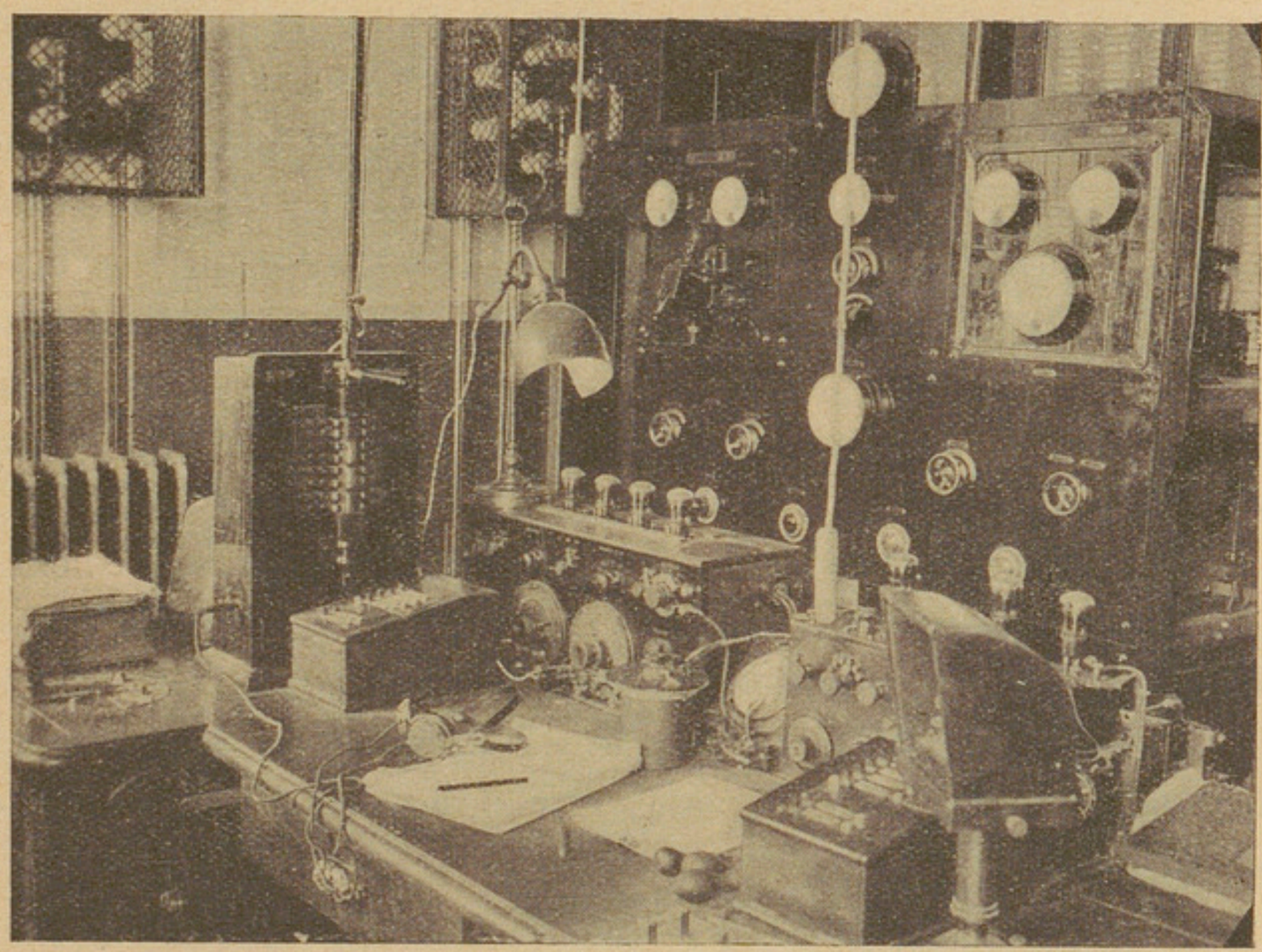


Fig. 2. — Poste de Boulogne-sur-mer : table de manipulation et poste émetteur.

leurs émissions peuvent ainsi être reçues par un poste simple à galène, ce qui évite l'emploi d'une hétérodyne dans les postes de réception peu importants. Comme exemple, nous décrirons la station de Boulogne-sur-Mer.

Ce poste est édifié sur un côteau qui domine la ville de Boulogne (fig. 1) ; son antenne est portée par quatre pylônes de 40 mètres de hauteur ; elle comprend, en plus du bâtiment principal, un atelier, un magasin, des logements. L'atelier contient la bat-

terie d'accumulateurs qui alimente la station et ses groupes de charge ; le bâtiment principal abrite les postes radiotélégraphiques, les générateurs de courant continu sous tension de 3.500 volts qui alimentent les plaques des lampes de puissance, les récepteurs, les appareils télégraphiques et les opérateurs qui les desservent.

Nous donnons une vue de la table de manipulation (fig. 2) : le télégraphiste a devant soi un récepteur posé sur la table ; à sa gauche (sur une boîte qui contient les fils de connexion), les commutateurs pour le choix de la longueur d'onde du poste émetteur (quatre boutons) et pour la coupure ou la fermeture du circuit d'excitation de la génératrice à courant continu ; au delà de cette boîte, se trouve le commutateur qui permet de relier l'antenne au transmetteur ou au récepteur et, un peu en arrière de celui-ci, la poignée du démarreur de la génératrice de courant continu ; à la droite du télégraphiste, se trouve un second commutateur pour choix de la longueur d'onde, le manipulateur du poste radiotélégraphique, un manipulateur et un sounder qui lui permettent de communiquer avec le réseau de fils.

Le changement de longueur d'onde est fait automatiquement ; il exige la commutation de la self du circuit oscillant et de la self d'antenne ; la commutation est faite par un servo-moteur.

Des précautions sont prises et des appareils de sécurité sont installés, de sorte qu'une fausse manœuvre ne peut avoir de suite grave.

Dans cette station, tous les appareils sont en double, de manière à ce que les réparations puissent être faites sans que le service soit gêné. En particulier, les machines d'alimentation (fig. 3) sont en double ; il existe également deux postes d'émission, et chaque jeu de machines peut alimenter à volonté l'un ou l'autre poste.

Les manœuvres faites par l'agent qui dessert la liaison sont les suivantes : s'il désire appeler un poste de bord, il relie l'antenne au poste émetteur, met en route les machines du poste émetteur en manœuvrant le démarreur, choisit la longueur d'onde d'appel et ferme le circuit d'excitation de la génératrice ; le poste est en état d'émettre et les signaux peuvent être transmis ; si, au cours

d'une transmission, l'agent désire recevoir une réponse immédiate ou un collationnement, il lui suffit de couper l'excitation de la génératrice et de relier l'antenne au récepteur, sans arrêter les machines du poste, ce qui évite de démarrer de nouveau les ma-

Fig. 3. — Poste de Boulogne-sur-mer : salle des machines.

chines quand il reprend la transmission ; la génératrice n'étant plus sous tension, le poste ne débite plus (en local) et la réception n'est pas gênée, ce qui n'aurait pas lieu si le poste restait sous tension. Si, au contraire, il désire recevoir un télégramme, il

arrête les machines, la remise en route du poste ne demandant qu'un délai relativement court (environ 40 secondes) ; il relie ensuite son antenne au récepteur, qu'il accorde sur la longueur d'onde émise par le correspondant.

Service commercial à grande distance. — Le service commercial à grande distance dans la gamme de 2.000 mètres est exécuté suivant des règles analogues, mais dans des conditions autres et avec un matériel bien différent de celui qui est utilisé dans la gamme de 600 mètres. Il ne s'agit pas ici d'un service de sécurité, mais bien d'un service commercial à grand trafic donnant aux passagers du bord la faculté de communiquer avec la terre ; aussi l'organise-t-on de manière à ce qu'il soit rapide et efficace ; il convient en effet, comme dans tout service commercial, de faire en sorte que les télégrammes soient acheminés rapidement vers leurs destinataires. De plus, les communications télégraphiques ne sont qu'une des nombreuses facilités offertes aux passagers des grands paquebots ; d'autres facilités leur sont nécessaires ; par exemple, il faut que le personnel reçoive les informations de radiodiffusion, les cours de la bourse, les messages des agences de presse nécessaires pour faire le journal du bord ; en cas de brume, le navire ne peut plus faire de service commercial, les installations du bord étant immobilisées pour le service de sécurité (écoute, radiogoniométrie).

Installations de bord. — Pour cette raison, les installations de bord sont beaucoup plus complexes que celles d'un bateau de faible tonnage ; elles comprennent généralement :

un poste (émetteur récepteur) pour la gamme de 2.100 mètres ;
un poste (émetteur récepteur) pour la gamme de 600 mètres ;
un récepteur de radiodiffusion ;
un poste de radiotéléphonie permettant de communiquer à courte distance avec d'autres navires.

Nous donnons ci-joint (fig. 4) une vue de la cabine de T.S.F. du paquebot Lafayette (Communiquée gracieusement par la Compagnie radio-maritime). On voit au premier plan une table de manipulation ; à droite de l'opérateur, se trouve le manipulateur ;

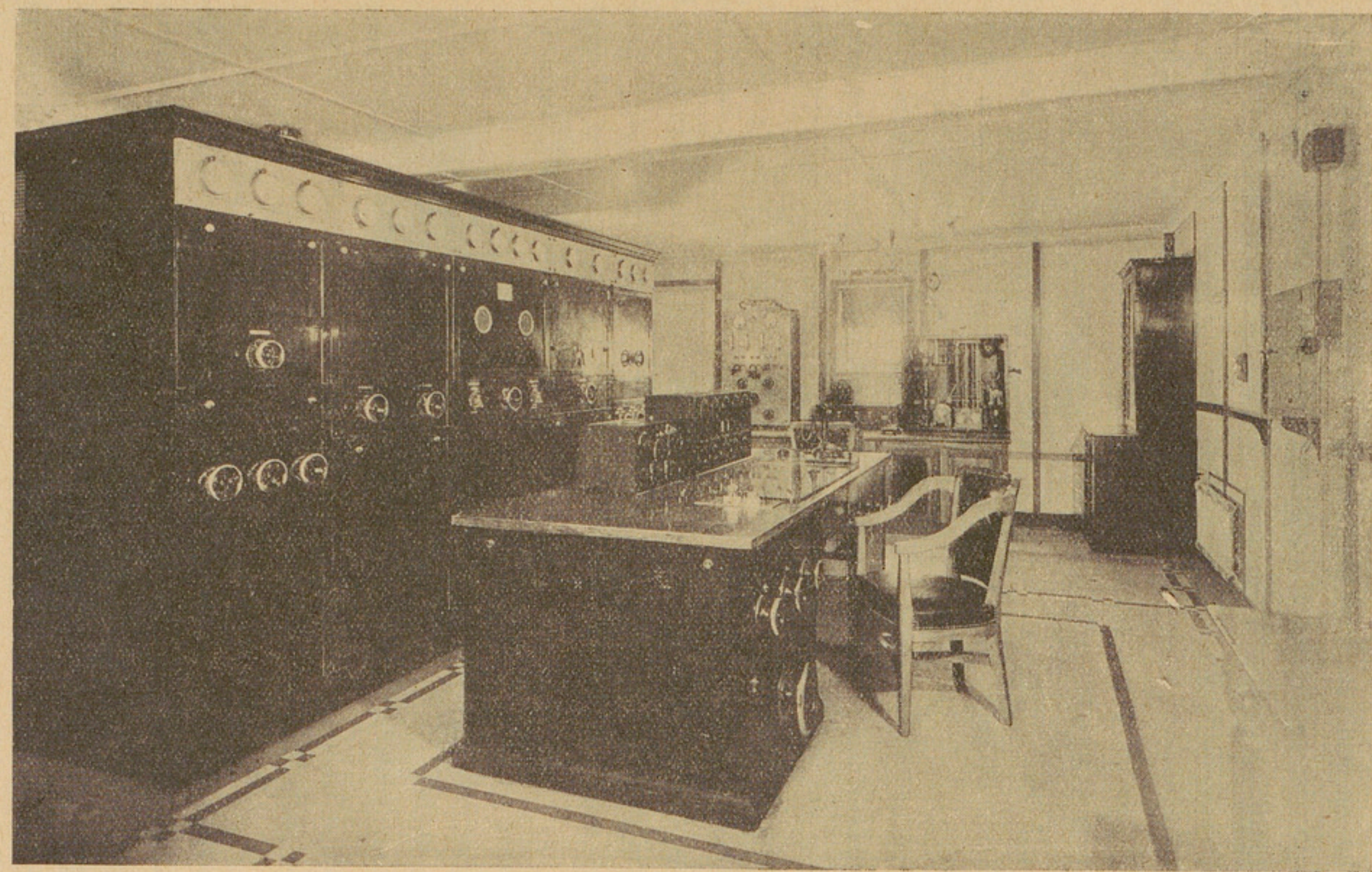


Fig. 4. — Paquebot « Lafayette » : postes de T.S.F. et table de manipulation.

devant lui, se trouvent deux récepteurs (gamme de l'un : 220—4.000 mètres, gamme de l'autre : 6.000—24.000 mètres) ; à sa gauche, se trouvent des boutons commandant le démarrage automatique des machines et le passage de transmission à réception ; les volants permettent de choisir le poste que l'on désire relier au manipulateur et de faire divers réglages. Devant l'opérateur, se trouvent les panneaux qui contiennent les postes d'émission et leurs

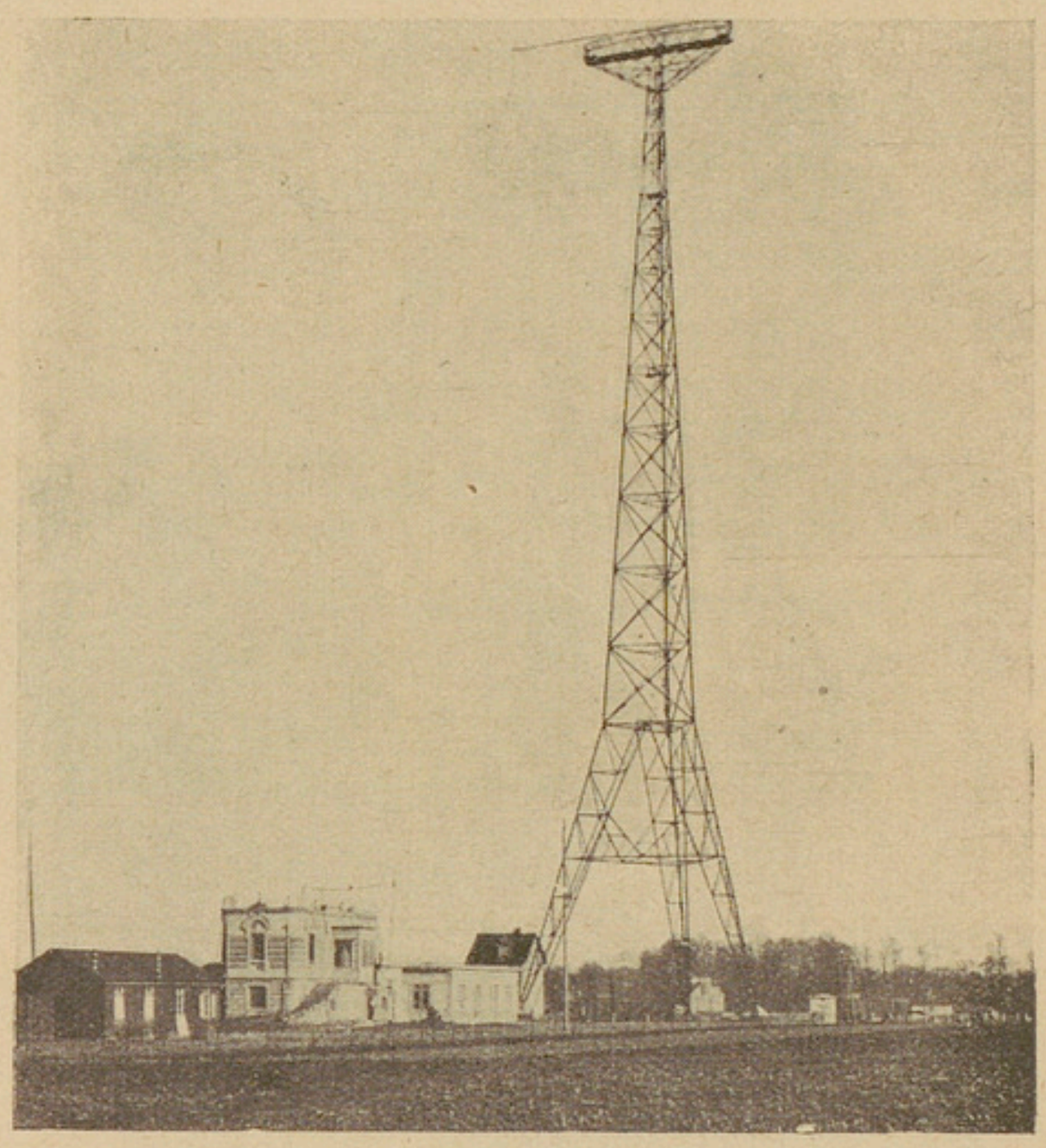


Fig. 5. — Station du Havre :
bâtiment des postes émetteurs et pylône de 100 mètres.

appareils auxiliaires ; les deux premiers panneaux à droite contiennent les appareils permettant la mise sous tension de l'installation et la charge des batteries d'accumulateurs (deux batteries de 110 et 220 volts), la batterie du poste de secours (600 mètres). Signalons que l'un des canots de sauvetage est muni d'un poste de T.S.F. et que le radiotélégraphiste peut vérifier et recharger la batterie qui l'alimente sans quitter sa place. Le troisième panneau contient le poste de sécurité (gamme de 600 mètres) ; les deux

derniers, le poste de grand trafic et ses bobines de self induction. Le poste de secours, à ondes amorties, n'est pas visible sur cette photographie. Enfin, sur le mur qui forme le fond de la photographie, on voit un poste d'émission à ondes courtes.

Les antennes (ondes longues et ondes courtes) du paquebot Lafayette sont tendues entre les mâts placés sur le pont de ce paquebot.

Le paquebot peut ainsi effectuer du service radiotélégraphique dans les gammes de 1800 à 2.000 mètres, de 600 à 900 mètres, et de 15 à 60 mètres ; de plus, ses divers récepteurs lui permettent de capter les émissions faites par tous les postes fixes et mobiles, quelle que soit leur longueur d'onde.

Installations côtières. — A terre, les stations de France qui effectuent ce service sont celles du Havre et des Saintes-Maries-de-la-Mer. La station du Havre (fig. 5) correspond, dans la gamme de longueurs d'onde de 2.100 à 2.400 mètres, avec les navires qui suivent la ligne d'Amérique du Nord et d'Amérique centrale. La station des Saintes-Maries-de-la-Mer correspond, sur ondes longues de 2.400 à 2.600 mètres, avec les navires qui se trouvent dans la Méditerranée et la Mer Rouge, dans l'Atlantique entre Gibraltar, Dakar et les Açores.

La station du Havre est munie d'un poste à ondes entretenues (non modulées), d'une puissance en antenne de 4 kilowatts, et qui est susceptible d'émettre à volonté sur l'une ou l'autre de quatre longueurs d'ondes : longueur d'onde d'appel de 2.100 mètres et de 2.440, 2.520, 2.880 mètres. Ce poste comprend un maître-oscillateur, d'une puissance d'environ 500 watts, alimentant un circuit de puissance qui joue le rôle d'un amplificateur. Le passage d'une des longueurs d'onde à l'autre se fait au moyen de commutateurs automatiques commandés par des servo-moteurs, comme dans les postes de la gamme de 600 mètres.

Une particularité intéressante de ce poste est que la tension de 10.000 volts continus, nécessaire pour l'alimentation du circuit de plaque des lampes, est obtenue au moyen de machines dynamo-électriques dont l'adaptation à ce service spécial a été réalisé par le Service de la T.S.F.. Le récepteur a été spécialement étudié

par les ingénieurs du Service de la T.S.F. pour le service à grande distance. Il comprend, dans ce but, des circuits d'entrée et d'accord très sélectifs (dont l'amortissement est aussi réduit que les moyens actuels de la technique le permettent), $R/2L$ étant de l'ordre de 1.000 environ, donnant la possibilité d'un accord très

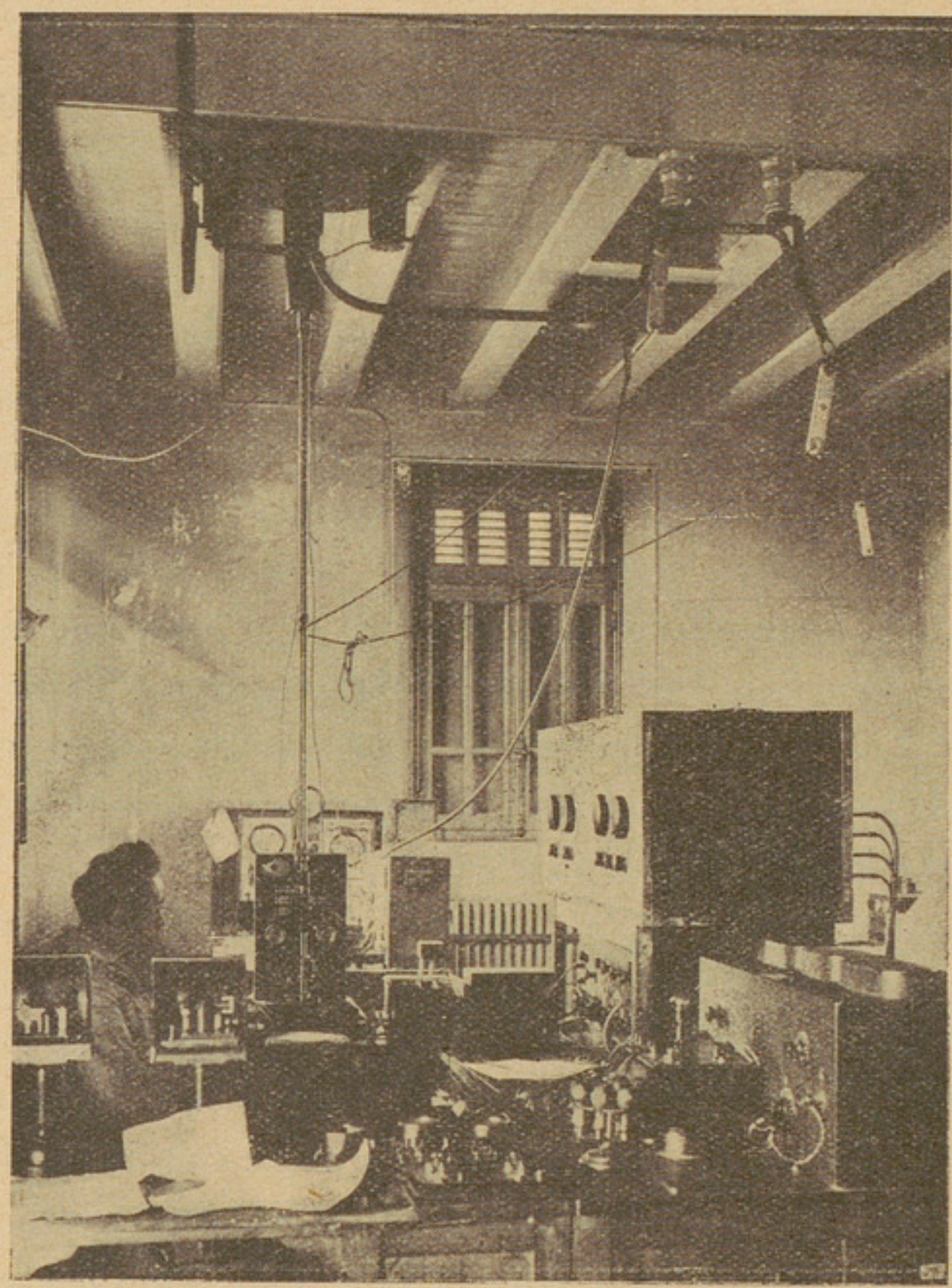


Fig. 6. — Station du Havre : table de manipulation.

Le second agent, qui assure les liaisons par fil, et qui serait placé au premier plan, s'est écarté ; on voit devant le radiotélégraphiste, sur la table de manipulation, les trois caissons du récepteur du grand trafic.

aigu sur la longueur d'onde à recevoir, ce qui permet d'isoler l'émission à recevoir des émissions de longueurs d'onde voisines, et une amplification très puissante, ce qui permet d'entendre au

Havre les émissions de correspondants se trouvant à grande distance, d'une manière très suffisante pour que la réception en soit assurée. L'antenne est portée par deux pylônes de 100 mètres ; l'antenne et la prise de terre ont été établies d'une manière extrêmement soignée pour que le rayonnement en soit excellent, ce qui rend particulièrement efficaces l'émetteur et le récepteur.

L'exploitation de la station du Havre a été organisée de manière à permettre un acheminement très rapide des télégrammes provenant du réseau ou à destination du réseau. La station est reliée, à cet effet, par des fils directs au central télégraphique du Havre et de Paris, et à celui par téléphone au central du Havre : par ces diverses liaisons, le trafic destiné à la stationpeut être acheminé sur le réseau de fils dans les meilleures conditions de célérité.

La station des Saintes-Maries-de-la-Mer avait été construite dès le début de la T.S.F. dans un emplacement très favorable au trafic radioélectrique, au voisinage immédiat de la mer, dans la plaine de Camargue dont le sous-sol est trempé d'eau de mer ; par contre, ses liaisons au réseau général sont moins bonnes que celles de la station du Havre et elle n'est reliée qu'au bureau télégraphique de Marseille. Le poste émetteur est plus puissant que celui du Havre ; son antenne très développée, portée par quatre pylônes dont deux ont une hauteur de 110 mètres, augmente encore la qualité du rayonnement du poste émetteur. Le récepteur est du même type que celui du Havre.

Le service sur ondes courtes est effectué par la station des Saintes-Maries-de-la-Mer.

Les postes à ondes courtes actuellement établis à la station des Saintes-Maries-de-la-Mer sont encore des postes d'essais, du même type que ceux qui sont établis à bord des navires, mais dont les antennes ont été établies avec un soin tout spécial pour donner à l'onde émise des conditions de stabilité et de rayonnement suffisantes. En particulier, l'une d'elles est formée par un fil vertical tendu entre le sol et une potence à 20 mètres de hauteur ; cette antenne, très rigide, est alimentée par un feeder rigide en tube métallique, ce qui donne une stabilité très grande à l'émission du poste. Une autre antenne est tendue entre un pylône de bois

et la station. Deux postes à ondes courtes, du même type, d'une puissance de 500 watts en antenne, peuvent émettre à volonté sur l'une ou l'autre antenne. Pour travailler en duplex sur ondes courtes, le récepteur des ondes courtes a été placé dans un châlet à une centaine de mètres du bâtiment principal, où se trouve l'émetteur.

Depuis quelques années, les communications radiotélégraphiques faites sur ondes courtes se sont considérablement développées dans le service mobile. Parmi les raisons qui ont conduit à l'emploi des ondes courtes, la principale est la plus grande portée de ces communications, qui permettent d'atteindre des correspondants beaucoup plus éloignés que ceux avec lesquels le travail peut être fait sur ondes longues ; c'est ainsi que le poste à ondes courtes de 500 watts des Saintes-Maries-de-la-Mer permet de tenir le contact avec les correspondants des lignes de l'Amérique du nord jusqu'à leur arrivée à New-York, alors que les ondes longues ne permettent pas de dépasser (au moins de jour) le milieu de l'Atlantique ; dans la direction de l'extrême-orient, alors que les ondes longues ne permettent pas de dépasser d'une manière sûre la mer Rouge, les ondes courtes ont permis d'atteindre très régulièrement des navires voyageant sur la côte de Chine et, d'une manière moins régulière et avec quelques difficultés, des navires se trouvant sur la côte du Japon.

Les stations qui viennent d'être décrites permettent d'assurer des communications en général satisfaisantes ; mais il restait cependant encore à faire pour améliorer les communications ; les considérations qui suivent donnent une idée des difficultés qui se présentent et des moyens qui sont mis en œuvre pour les résoudre.

Dans le choix de l'emplacement d'une station côtière, il faut tenir compte de ce que le récepteur de la station doit être mis à l'abri, autant que possible, des perturbations qui peuvent gêner la réception. On y réussit par une organisation efficace de la réception, mais aussi en choisissant d'une manière convenable l'emplacement de la station.

Or, actuellement, les deux côtes extrêmes de la France sont

soumises à des causes de brouillage très intenses : sur la côte sud les parasites atmosphériques sont fréquents et violents ; en été, un ronflement continu se fait entendre dans les récepteurs par suite de décharges atmosphériques, ce qui rend la réception presque impossible pendant de longues périodes ; sur la côte de la Manche, la réception est difficile en raison des émissions nombreuses et puissantes des navires qui parcourent la Manche comme des émissions des nombreuses stations côtières qui se trouvent à peu de distance de nos stations ; c'est ainsi que, à la station du Havre, le trafic est parfois gêné par les émissions de la station côtière de Portishead (Grande-Bretagne) à l'embouchure de la Severn, de Scheveningue (Hollande) près de la Haye, de Norddeich (Allemagne), qui sont reçues d'une manière très intense. Il faut donc écarter, autant que possible, la station côtière des côtes de la Manche et de la Méditerranée et la placer en un endroit où les causes de brouillage précédentes n'existent pas.

Une autre cause intervient encore pour le choix de l'emplacement et pour l'organisation de la station : le service maritime à grande distance est un service international qui doit être effectué rapidement parce que la concurrence y est très active. Si la station ne répond pas immédiatement aux appels d'un navire parce qu'elle est occupée à communiquer avec un autre navire, le correspondant s'adresse généralement à une autre station. En conséquence, une station doit être équipée de manière à travailler avec plusieurs postes de bord différents. Pour cela, on devra employer les mêmes moyens qui permettent, dans les stations fixes, de travailler dans un même poste avec plusieurs stations différentes, et dont la forme la plus complète est l'organisation en duplex des stations du service radiotélégraphique fixe et qui consiste à placer le récepteur et l'émetteur dans des stations différentes, le poste émetteur étant manipulé à distance.

Ces diverses considérations ont conduit à créer une nouvelle station côtière, en voie d'établissement, qui a été placée près de l'embouchure de la Loire, dans une situation qui lui permet d'être à la fois à l'abri des atmosphériques violents du sud de la France et des parasites produits par les postes de bord et les stations

côtières qui affectent les côtes de la Manche. Des essais préliminaires d'émission et de réception ont d'ailleurs permis d'établir que l'emplacement choisi répond bien aux conditions désirées, que la réception y est excellente en tout temps et que l'émission a une portée satisfaisante.

La station émettrice sera placée à Sévérac, à environ 10 kilomètres au sud de Redon. Elle comprendra, au début, deux postes émetteurs à ondes longues, d'une puissance en antenne de 10 kilowatts, alimentant des antennes portées par des pylônes de 100 mètres et un poste à ondes courtes puissant. L'équipement de la station sera ensuite complété au moyen de postes à ondes courtes de télégraphie et de téléphonie.

Le poste récepteur sera installé à Donges, à environ 30 kilomètres à l'ouest de Nantes, au bord de la Loire et à environ 30 kilomètres du centre émetteur. Il comprendra des récepteurs à ondes longues ayant comme aériens des cadres accordés, et des récepteurs à ondes courtes placés sur des antennes convenablement étudiées.

Les deux stations de Donges et Sévérac seront reliées entre elles par un câble, de manière à ce que leurs communications soient sûres et certaines. Elles seront également reliées par un câble à Nantes, point d'aboutissement du câble reliant Paris à l'ouest de la France. De cette manière, la liaison au réseau sera assurée d'une manière parfaite.

Les manipulateurs des postes télégraphiques, et les organes de commande des postes émetteurs (démarrage, changement de longueurs d'onde) seront placés au centre récepteur de Donges, où se fera toute l'exploitation ; la station de Sévérac ne comprendra que le personnel technique nécessaire pour assurer le fonctionnement des postes émetteurs.

Les appareils en voie d'installation à Donges sont ainsi les suivants : appareil de mise en marche automatique et d'arrêt de l'émetteur ; appareil pour la commutation du changement de longueurs d'onde et choix à volonté de la longueur d'onde à employer ; comme l'agent de Donges, à l'inverse de ce qui a lieu dans les autres stations côtières, n'aura pas devant soi le poste émetteur,

des lampes de contrôle sont prévues sur la table des opérateurs pour que ceux-ci puissent s'assurer que la commutation qu'ils ont commandée a bien été faite ; récepteurs radioélectriques sur ondes longues et courtes.

Les deux stations seront équipées pour exécuter le service télégraphique sur ondes longues comme sur ondes courtes ; le programme d'extension des stations prévoit l'installation de postes à ondes courtes permettant d'atteindre le monde entier.

Service radiotéléphonique. — Le service radiotéléphonique des grands paquebots n'a été ouvert que depuis deux ou trois ans ; l'exécution de ce service est encore difficile et présente certaines particularités. Dans la station côtière, tout d'abord, il est nécessaire de disposer de plusieurs longueurs d'onde pour atteindre les divers points de la route des paquebots : une longueur d'onde de la gamme de 100 mètres depuis le départ jusqu'à la fin de la première journée, et des longueurs d'onde moins élevées, dans les gammes de 60, de 30 et de 16 mètres pour permettre de communiquer, aux divers points de la route entre la France et l'Amérique, de jour et de nuit, d'été ou d'hiver. Les postes doivent être parfaitement stabilisés et, pour que la propagation puisse se faire dans de bonnes conditions, il est nécessaire d'employer des antennes directives orientées de manière convenable pour que l'émission puisse être dirigée à chaque instant vers le point de sa route où se trouve le paquebot.

Le poste de la station côtière doit être puissant ; son récepteur doit être très sensible car l'installation faite à bord est moins parfaite que celle qui est faite sur la côte. A bord, l'exécution d'une installation de téléphonie présente de nombreuses particularités ; l'exécution du travail en duplex est, en effet, très difficile, car, même sur ondes courtes, on ne dispose pas d'une distance suffisante entre l'antenne d'émission et l'antenne de réception pour assurer le duplex dans les mêmes conditions ; il en résulte que, lorsqu'on écoute à bord une conversation venant de terre, l'intensité de l'onde porteuse émise par l'antenne émettrice du poste de bord gêne considérablement. Pour éviter cette difficulté, on a

utilisé, au moins dans certains cas, un blocage du circuit de puissance du poste émetteur : le poste émetteur est toujours bloqué quand on ne parle pas devant le microphone qui lui est relié, mais il est débloqué quand le microphone est actionné ; il n'y a donc pas de courant dans l'antenne d'émission en dehors des moments où le poste de bord émet des communications. Le poste de bord est ainsi commandé à la voix, et ici la totalité de la puissance est coupée par le commutateur, qui fonctionne sous l'action de la voix. D'autre part, les postes de bord ne nécessitent pas l'emploi de dispositifs de liaison au réseau : le microphone est relié à l'émetteur ; le récepteur téléphonique, au récepteur radioélectrique.

Au moyen des installations qui ont été réalisées en Angleterre et en Amérique, il est possible de communiquer depuis la côte jusqu'à mi-distance entre l'Europe et l'Amérique, de sorte que, pratiquement, les bateaux sont en relation téléphonique avec la terre pendant toute la durée du trajet de France en Amérique.

Des essais de radiotéléphonie avec des postes de bord des grands paquebots sont actuellement en cours en France. Nous donnons (fig. 7) une photographie de la cabine de T.S.F. du paquebot « Atlantique », qui assure ce service : à gauche du cliché (derrière l'opérateur), se trouve le poste de téléphonie, stabilisé par quartz, et son tableau de manœuvre ; devant l'opérateur, se trouvent, de la droite à la gauche, le poste radiotélégraphique à ondes courtes et son stabilisateur, un panneau d'alimentation, un poste de sécurité (600 mètres), un poste radiotélégraphique de grand trafic (2.400 mètres), un poste de secours à lampe. Un groupe électrogène de secours (à essence) est placé au voisinage de la cabine, ce qui permet aux postes de fonctionner même quand les machines sont envahies par l'eau ; les postes des canots de sauvetage sont surveillés comme ceux du Lafayette.

Des essais très complets de communications radiotéléphoniques entre les navires en mer et la côte américaine ont été faits depuis 1930 ; les résultats en ont été publiés par les ingénieurs de l'American téléphone and télégraph company : les deux stations terrestres sont placées sur la côte de l'Atlantique, au sud de New-York,

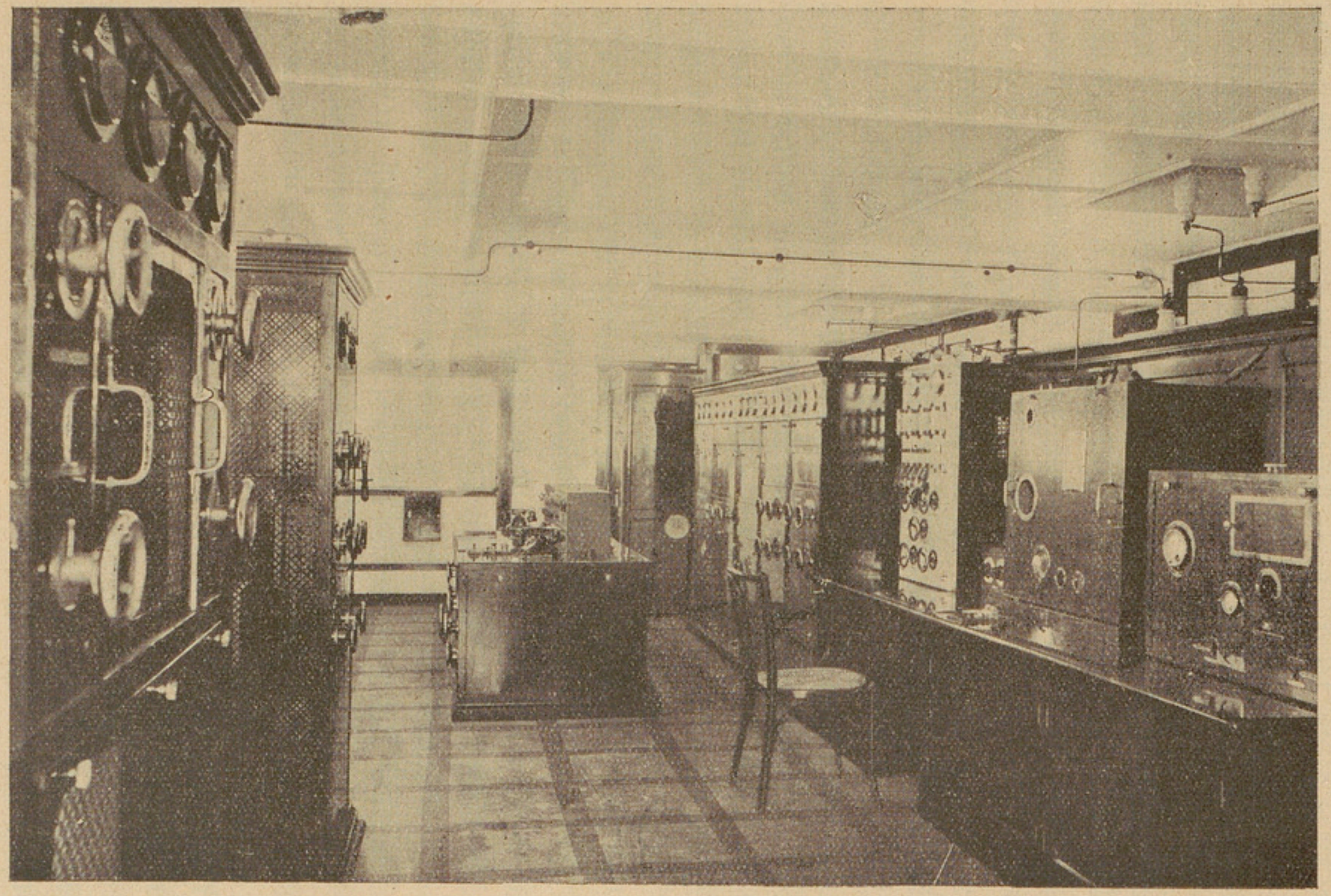


Fig. 7. — Paquebot « Atlantique » : postes de télégraphie et de téléphonie.

à Océan Gate (émettrice) et à Forked River (réceptrice) ; la communication est donnée à partir du bureau interurbain de New-York, situé à une trentaine de kilomètres au nord. Les deux stations sont placées au bord de la mer ; cette condition a été reconnue nécessaire parce que l'onde de 4.000 kc : s (75 mètres), employée pour les communications à courte distance, s'affaiblit très rapidement quand, avant d'atteindre la mer, elle doit franchir une portion de surface terrestre quelque peu étendue ; des essais qui ont été faits, il résulte que les longueurs d'onde suivantes sont nécessaires pour que les paquebots puissent être atteints aux divers points de leur route entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne (les distances sont comptées à partir de la côte américaine) ; l'onde de 4.000 kc : s (75 mètres) est utilisée quand le paquebot est à moins de 250 milles marins de jour et de 700 milles marins la nuit ; l'onde de 8.000 kc : s ($37^{m},50$) est utilisée de jour quand la distance du paquebot à la terre est comprise entre 250 et 700 milles marins, de nuit quand la distance entre paquebot et terre est comprise entre 700 et 2.500 milles marins ; l'onde de 13.000 kc : s. ($23^{m},10$) est utilisée de jour quand la distance du paquebot à la terre est comprise entre 700 et 1.600 milles marins, et de nuit quand cette distance est comprise entre 2.500 et 3.500 milles marins ; enfin l'onde de 17.000 kc : s ($17^{m},60$) est utilisée le jour quand la distance du paquebot à la terre est de 1.600 à 3.500 milles marins. Ces portées des diverses ondes s'appliquent rigoureusement à la période d'été. Pendant l'hiver les portées sont un peu plus grandes et deux ondes suffisent la nuit ; les quatre ondes sont nécessaires de jour.

L'expérience a également montré qu'il est avantageux d'utiliser, dans la station côtière, des antennes dirigées pour les diverses ondes, ce qui augmente considérablement leur efficacité et permet de réduire les inconvénients dus au fading ; comme, de plus, en raison du mouvement, la direction du poste correspondant varie, des antennes différentes sont nécessaires pour atteindre les divers points de la route du navire, les postes émetteurs de la côte et du navire sont stabilisés par quartz, et il résulte de ce fait une complication de l'équipement des stations, car le chan-

gement de la longueur d'onde émise par un poste à quartz est une opération délicate et l'on doit admirer que le délai nécessaire à cette opération ait pu être réduit à 7 ou 8 minutes, dans des conditions normales d'exploitation.

Les stations terrestres, avec leurs antennes directives, occupent une superficie considérable : 175 et 377 acres, soit 70 hectares pour la station émettrice et 140 hectares pour la station réceptrice ; si l'on compare à ces superficies celle de notre grande station de Pontoise, qui est de 80 hectares, on aura une idée de l'importance des moyens mis en œuvre en Amérique pour assurer de bonnes communications téléphoniques aux grands paquebots.

Enfin des installations radiotéléphoniques d'un type tout différent des précédents sont actuellement employées. Elles ont pour but de relier entre eux ou avec la terre les navires de très faible tonnage et principalement les petits bateaux de pêche qui opèrent par flottille ou isolément, de manière à donner à ces navires la possibilité de communiquer avec des correspondants qui ne se trouvent pas à plus de 150 milles marins (environ 300 kilomètres).

Les postes installés à bord de ces navires utilisent des gammes d'onde de 150 à 200 mètres. Ils doivent être très simples, pour être manipulés par les patrons ou les membres de l'équipage des petits bateaux, qui n'ont que des connaissances électriques très sommaires ; des installations de ce type fonctionnent déjà en Allemagne, au Danemark, en Grande-Bretagne, en Amérique, en Belgique. Des essais ont été faits à partir des côtes de France avec un plein succès.

Conclusion. — Dans l'exposé qui précède, nous nous sommes limité au service commercial effectué par les stations de l'administration des Postes et Télégraphes. Il ne faudrait pas cependant penser que l'utilisation de la T.S.F. à bord des navires, petits et grands, et les possibilités qu'elle donne soient limitées à ce service : la T.S.F. reçoit maintenant un emploi beaucoup plus étendu et l'on peut dire que la vie des navires dépend pour une grande part de leurs installations de T.S.F. ; en particulier, dans les passages où la navigation est difficile, par brume ou mauvais temps,

la T.S.F. est d'un emploi continu pour la navigation, par l'utilisation de la radiogoniométrie, qui permet au capitaine de connaître l'emplacement de son navire quand la visibilité est mauvaise ou inexistante, que par l'emploi de son poste de 600 mètres qui lui permet de connaître la présence de bâteaux connus ou de se faire connaître. Près des côtes, les signaux émis par des phares hertziens permettent aux navires de connaître leur position, même par temps de brume. Mais l'emploi de ces moyens de sauvegarde oblige à suspendre le service commercial, qui ne dispose ainsi que d'un temps limité, et il arrive souvent que des postes de bord ne répondent pas aux appels des stations côtières, parce que leurs opérateurs sont occupés à l'écoute de sécurité et à la radiogoniométrie.

La radioélectricité, sous toutes les formes où elle a été appliquée à la navigation, est devenue, de nos jours, le complément indispensable des appareils de navigation qu'on employait autrefois ; l'appareil de T.S.F. est le seul moyen que possède actuellement un navire d'être relié au monde extérieur ; aussi les diverses marines du monde apprécient-elles beaucoup le service radioélectrique et attachent-elles la plus grande importance à ce que leurs communications soient sûres.

L'ATELIER D'ÉNERGIE DU POSTE CENTRAL TÉLÉGRAPHIQUE DE PARIS,

par P. MERCY,
inspecteur des Postes et Télégraphes.

Le Poste central télégraphique de Paris, en 1882, était éclairé au gaz, et le courant électrique nécessaire aux transmissions télégraphiques était puisé à de nombreuses batteries de piles Callaud. L'éclairage électrique ayant déjà fait ses preuves à cette époque, l'administration décida de l'adopter et de créer une usine génératrice dans les sous-sols de l'immeuble. C'est ainsi que furent installés tout d'abord trois générateurs de vapeur, du système Belleville, et trois machines fixes compound à condensation, développant 200 chevaux et actionnant douze dynamos génératrices.

L'emploi du courant électrique s'étendit ensuite peu à peu. Au début, on installa deux pompes à air, du système Giffard, pour l'exploitation au vide ou à la pression des lignes pneumatiques ayant leur tête au Poste central et servant au transport des correspondances. Puis, en 1888, on remplaça les turbines hydrauliques Humblot par des électro-moteurs pour le remontage des poids des appareils Hughes et Baudot. En 1889, on commença à substituer aux piles encombrantes et d'un entretien coûteux, des batteries d'accumulateurs, et le courant des dynamos servit à leur recharge. Cependant cette dernière amélioration ne fut réalisée complètement qu'en 1893 et les piles disparurent définitivement du service. Enfin, en 1909, l'alimentation de l'appareillage électrique par le courant provenant des centrales électriques de secteurs présentant alors des garanties suffisantes au point de vue de la régularité et de la sécurité, il devint possible de supprimer la station génératrice, et l'atelier fut débarrassé de l'encom-

brante machinerie à vapeur et réorganisé d'une façon plus moderne.

Actuellement, c'est surtout un intermédiaire, distribuant normalement, sous forme de courant électrique, l'énergie qu'il reçoit du secteur électrique de la rive gauche. Il approvisionne ainsi les réseaux d'éclairage des nombreux bureaux de l'administration centrale, situés au 103 et au 107 de la rue de Grenelle et dans la cité Martignac, ainsi que les diverses salles du service des transmissions du Poste central ; il alimente les moteurs des machines de raréfaction ou de compression des tubes intérieurs et des tubes urbains, les divers convertisseurs de tension pour la recharge des batteries d'accumulateurs servant aux émissions télégraphiques et téléphoniques, pour les petits moteurs actionnant les appareils divers affectés aux transmissions, pour les lampes de signalisation de la station des télégrammes téléphonés et du multiple télégraphique, pour le laboratoire de l'Ecole supérieure, pour la station de radiodiffusion, pour le service de l'autographie et enfin pour l'ascenseur et deux monte-charges.

Situé dans les sous-sols de l'immeuble, où il occupe une surface de plus de 800 mètres carrés, cet atelier peut se diviser en cinq parties principales : la cabine de haute tension, les convertisseurs, les batteries d'accumulateurs, la station de secours, le service pneumatique intérieur et extérieur.

Cabine de haute tension. — Le courant alternatif monophasé à 50 périodes sous 3.000 volts fourni par le secteur de la rive gauche arrive par deux câbles, l'un de 25 et l'autre de 100 millimètres carrés, aboutissant à la cabine. Le second est utilisé seul en service normal ; l'autre sert comme secours en cas d'avarie sur le réseau d'alimentation du secteur.

Sur chacun d'eux, sont placés un sectionneur bipolaire et un disjoncteur à rupture dans l'huile. Afin d'éviter le mélange de courants émis par deux stations différentes, on encore une dérivation éventuelle sur l'un des câbles tenu à zéro, les groupes interrupteurs disjoncteurs sont conjugués de façon à ce que l'un soit obligatoirement à zéro quand l'autre est en service.

Le courant à 3.000 volts est réparti sur six transformateurs réducteurs de tension : cinq de 50 kilowatts (3.000/110 volts) et un de 150 kilowatts (3.000/220 volts). Les cinq transformateurs de 50 kilowatts peuvent être groupés en parallèle pour alimenter les réseaux d'éclairage, les différents moteurs alternatifs et les groupes convertisseurs. Le transformateur de 150 kilowatts sert uniquement pour alimenter un groupe compresseur-raréfacteur d'air pour le service pneumatique extérieur.

L'arrivée des câbles du secteur, les sectionneurs, les interrupteurs, les transformateurs de tension et d'intensité des compteurs sont logés dans des compartiments métalliques, et les manœuvres sont opérées au moyen de volants placés extérieurement. De même, les transformateurs sont isolés les uns des autres et placés également dans des compartiments métalliques ; les commandes s'effectuent sur des volants ou manettes situés derrière une cloison de maçonnerie, à laquelle sont adossées les cages des transformateurs.

Convertisseurs. — Les besoins de la télégraphie et certaines utilisations exigeant l'emploi du courant continu, à des tensions différentes, sept groupes convertisseurs sont utilisés à cet effet. En voici les caractéristiques et les affectations.

Deux groupes de la société L'Éclairage électrique (moteur à 110 volts alternatifs et 320 ampères asynchrone, génératrice à 70 volts continu, 300 ampères et 1.500 tours à la minute, relevage des balais et mise en court-circuit simultané des bagues de l'induit) alimentent les petits moteurs d'appareils télégraphiques des salles E et C (290 moteurs), les lustres d'éclairage de secours et servent à la recharge de batteries d'accumulateurs pour les émissions télégraphiques en ligne. Sur le circuit de la dynamo, une batterie de 72 volts et 2.000 ampères-heure est placée en tampon, afin d'éviter un arrêt du travail en cas de panne du secteur ou d'avarie d'un transformateur. Un disjoncteur entre batterie et dynamo empêche, dans ce cas, un retour du courant des accumulateurs dans la dynamo.

Deux groupes convertisseurs Hillairet (moteur asynchrone

à 110 volts alternatif et 230 ampères, génératrice à 110 volts continu, 120 ampères et 1.500 tours à la minute) fournissent l'alimentation des moteurs d'appareils des salles A et B (500 moteurs de 25 watts), ainsi que des moteurs de la boulisterie mécanique ($1^{kw},50$). En cas d'arrêt du secteur, un secours momentané peut être constitué par l'adjonction de 20 bacs de réserve à une batterie d'accumulateurs donnant 2.000 ampères-heure sous 70 volts (40 + 70 = 110).

Deux groupes Thomson-Houston (moteur asynchrone à 110 volts alternatif et 50 ampères, génératrice à 24 volts continu, 150 ampères et 1.500 tours à la minute) alimentent les lampes de signalisation du multiple télégraphique et des meubles de la station des télégrammes téléphonés. En cas de panne, un secours est également assuré : il est constitué par une prise à 24 volts sur batterie de 2.000 ampères-heure sous 70 volts.

Enfin un dernier groupe (moteur asynchrone à 110 volts alternatif et 50 ampères, génératrice à 166 volts, 15 ampères et 2.400 tours à la minute) servait à la recharge des batteries du bureau des belinogrammes ; il est actuellement sans emploi, par suite du transfert de ce service à l'interurbain.

La figure 1 donne une vue de la pièce où sont installés les deux groupes convertisseurs Labour à 110/70 volts au premier plan ; les groupes Thomson-Houston à 110/24 volts au fond, enfin à droite les six panneaux servant à l'alimentation des moteurs des groupes et à la distribution du courant. Les panneaux d'alimentation, outre les appareils de mesure et les interrupteurs, portent également les rhéostats d'excitation. Les autres panneaux servent à la distribution du courant pour l'ascenseur, le 107 de la rue de Grenelle, la cité Martignac, les deux ailes des bâtiments du 103 de la rue de Grenelle, les monte-charges, l'autographie, l'Ecole supérieure et le laboratoire.

Batterie d'accumulateurs. — Le courant nécessaire pour les émissions en ligne, les fonctions locales des appareils Baudot, les signaux lumineux du multiple et du service des télégrammes téléphonés est prélevé sur 17 batteries d'accumulateurs.

Fig. 1.

Six batteries sont affectées aux émissions en ligne : 3 batteries de 132 volts et 120 ampères-heure fournissent le courant positif, leur pôle négatif étant à la terre; 3 autres, de même tension, d'une capacité de 60 ampères-heure, délivrent le courant négatif. Sur ces six batteries, des prises sont effectuées pour des tensions de 30, 50, 70, 90, 110, 120 et 130 volts.

Afin d'obtenir une tension de 180 volts pour les circuits à grande distance, 4 batteries de 48 volts et 90 ampères-heure, 2 positives et 2 négatives, sont mises en série avec les batteries de 132 volts (132 + 48 = 180).

Le courant nécessaire aux fonctions locales des appareils Baudot (freins, cadences, relais) est puisé à une batterie de 72 volts et 300 ampères-heure ou, pendant sa recharge, à une batterie de 72 volts et 2.000 ampères-heure. Cette dernière est d'ailleurs employée en tampon sur un des convertisseurs à 110/70 volts pour la recharge des batteries et l'alimentation des petits moteurs des appareils Hughes et Baudot (salles E et C). Une deuxième batterie de 72 volts et 2.000 ampères-heure est en réserve.

Deux batteries de 48 volts (92 et 240 ampères-heure) sans terre servent exclusivement à l'alimentation des circuits microphoniques du bureau des télégrammes téléphonés.

Enfin deux batteries de 24 volts et 240 ampères-heure fournissent le courant au meuble du téléphone automatique du Poste central.

Les batteries de ligne, au nombre de trois pour chaque polarité, travaillent à tour de rôle : l'une est en service, la seconde en charge et la troisième est gardée en réserve toute chargée.

Ces batteries sont logées dans une salle spéciale et les bacs sont placés sur des chassis élevés ($1^{m},20$) : c'est une précaution en cas d'inondation des sous-sols lorsque la Seine est en crue.

Chaque batterie positive comprend 66 bacs de quatre plaques positives (170 × 170 millimètres) ; les négatives ont le même nombre de bacs, mais ne possèdent que deux plaques positives. Pour la recharge, ces batteries sont sectionnées en trois parties.

L'opération s'effectue au moyen de permutateurs multiples, montés sur les panneaux de charge.

Les quatre batteries de complément pour obtenir la tension de 180 volts possèdent 24 bacs à deux plaques positives de 200 × 200 millimètres ; celles des circuits microtéléphoniques ont l'une cinq plaques positives de 200 × 200 millimètres et l'autre deux plaques seulement. Enfin les batteries du téléphone automatique comportent chacune 12 bacs de cinq plaques positives.

Les batteries tampons ou d'alimentation des petits électromoteurs comprennent 36 bacs de 13 plaques positives de 400 × 400 millimètres ; les positives à plomb doux ont $13^{mm},5$ d'épaisseur et les négatives à plomb cristallin 7 millimètres. Le poids des premières est de 16^{kg}, 550, celui des secondes de $7^{kg},920$. Les capacités utilisables sont, au régime de décharge, en 3 heures, 1780 ampères-heure ; en 5 heures, 2.000 ; en 10 heures, 2.288. Le rendement en énergie garanti est de 75 % ; il a été de 78 % aux essais.

Enfin la batterie des fonctions locales est composée également de 36 bacs à cinq plaques positives de 300 × 300 millimètres Toutes les plaques des batteries sont de la marque T.E.M. La recharge de ces dernières batteries s'opère deux fois par semaine au moyen des groupes électrogènes de secours.

Sur le côté gauche de la figure 1, on aperçoit les panneaux de charge des accumulateurs. Le premier panneau dont une partie apparaît au premier plan sert à la recharge des batteries de 72 volts et 2.000 ampères-heure et de la batterie de 48 volts ajoutée en série à l'une ou l'autre des deux précédentes pour constituer une batterie de secours à 110 volts. Le panneau de marbre est pourvu de deux interrupteurs bipolaires, d'un voltmètre et d'un ampèremètre, utilisables sur les tensions, d'un rhéostat de charge, d'un disjoncteur et de fusibles sur les prises placées au sommet du panneau. Le deuxième, en partie désaffecté, est un panneau d'éclairage des salles des transmissions. Le troisième panneau est celui de charge de la batterie de 72 volts et 300 ampères-heure (alimentation des fonctions locales). Enfin les deux derniers sont affectés à la charge des six batteries de ligne (132

volts) ; chacun d'eux porte, à la partie supérieure, les permutateurs multiples pour le sectionnement des batteries, au dessous les ampèremètres, les fusibles, les rhéostats de charge et un disjoncteur.

Les autres batteries de 48 volts et celles de 24 volts ont leurs tableaux de charge particuliers, dans une autre partie de l'atelier.

Station de secours. — Le service télégraphique devant être assuré d'une façon continue, il est indispensable de prendre toutes les précautions pour parer aux accidents qui pourraient survenir. Déjà nous avons vu que les batteries d'accumulateurs sont doublées et même triplées, pour les batteries de ligne ; de plus, pour les mettre autant que possible hors d'atteinte des eaux en cas d'inondations, les bacs sont placés sur des chassis hauts de $1^{m},20$. Mais il faut encore prévoir des interruptions dans la fourniture du courant de la rive gauche et par suite mettre l'atelier en état de produire l'énergie qui lui est nécessaire. C'est le but de la station de secours.

En 1910, les sous-sols ont été envahis par les eaux de la Seine et il s'en fallut de peu que les installations de l'atelier ne soient submergées. Ce ne fut qu'au prix des plus grands efforts que le Poste central put être alimenté ; seul, l'éclairage électrique fit défaut pendant plusieurs heures. Afin de mettre autant que possible la station de secours à l'abri des inondations, toutes les galeries ou branchements susceptibles d'amener les eaux dans le sous-sol furent murées et le sol même de l'atelier fut surélevé. La station de secours fut alors édifiée dans une cuvette de ciment armé dont les bords sont relevés de 80 centimètres au dessus du sol, les accès eux-mêmes peuvent être rapidement obturés.

Dans cette cuvette, sont installés quatre groupes électrogènes produisant ensemble 170 kilowatts, et un tableau de distribution,

Les deux plus anciens groupes sont de la marque de Dion-Bouton, un de 15 et l'autre de 30 kilowatts, et débitent le courant continu l'un sous 70 volts et l'autre sous 110. Les moteurs possèdent quatre cylindres et fonctionnent à quatre temps ; le premier (15 kilowatts) consomme uniquement de l'essence ; le second est

muni d'un carburateur automatique à essence ou au benzol, d'un mélangeur à gaz et d'un robinet à deux voies pour passer du carburant liquide au carburant gazeux : le changement peut se faire en marche. Les cylindres ont 150 millimètres d'alésage et la course des pistons est de 180 millimètres. L'allumage est opéré par le courant des accumulateurs pour la mise en marche, et ensuite par magnéto à haute tension. Le graissage est assuré automatiquement par pompe envoyant le lubréfiant sous pression aux divers organes. La réfrigération des culasses est obtenue au moyen de l'eau de la ville sous pression.

Le moteur donne 50 chevaux à 600 tours à la minute en fonctionnant à l'essence ou au benzol et 500 tours au gaz. La consommation est de 75 centilitres d'essence ou de benzol ou de 950 litres de gaz par kilowatt-heure.

La mise en marche s'effectue à la manivelle.

La dynamo, montée sur le même bâti que le moteur, est entraînée directement par accouplement rigide. Elle est du type tétrapolaire avec induit en tambour-série. Un régulateur électromécanique agit sur l'admission pour maintenir l'allure constante quelle que soit la puissance demandée au moteur. La variation de la tension ne dépasse pas 5 volts, au régime normal de 110 volts, en passant de la pleine charge à vide, et sa durée n'excède pas cinq secondes.

Le régulateur est constitué par deux solénoïdes, montés l'un sur l'intensité et l'autre en dérivation aux bornes de la dynamo ; ils agissent sur un levier faisant varier l'admission et l'excitation. Ce dispositif est complété par un régulateur « limite », dont la fonction consiste à introduire en temps voulu dans le circuit d'excitation une forte résistance constituée par une série de lampes à incandescence.

Les deux autres groupes électrogènes, récemment installés à la place de deux anciens groupes de Dion-Bouton à essence, sont constitués par des moteurs à huile lourde de Diesel-Deutz, du type vertical à trois cylindres, fonctionnant à deux temps. La puissance unitaire continue sous régime normal est de 75 chevaux à la vitesse de 427 tours à la minute. La surcharge momen-

tanée peut atteindre 10 %. La mise en marche est automatique et instantanée, par l'emploi de l'air comprimé à basse pression fourni par le moteur. Le combustible est injecté mécaniquement. La consommation garantie par cheval-vapeur avec un carburant d'un pouvoir calorifique de 10.000 calories est la suivante :

pleine charge : 190 grammes,
3/4 de charge : 200 grammes,
demi-charge : 225 grammes.

Les cylindres, les paliers de tête et de pied de bielles et les paliers de l'arbre coudé sont lubréfiés séparément, par un appareil de graissage sous pression.

L'échappement se fait à travers deux pots de détente, dont le premier est fixé au moteur. Celui-ci, de même que les culasses, est refroidi par une circulation d'eau de ville.

La dynamo est commandée directement par le moteur au moyen d'un accouplement rigide. Elle fournit une puissance de 55 kilowatts sous 115 volts en courant continu. Son rendement à pleine charge est de 85 %.

Le tableau de distribution électrique est formé de quatre panneaux juxtaposés. Le premier panneau à gauche porte les appareils nécessaires à la charge et à la décharge des deux batteries de 2.000 ampères-heure et 70 volts ; le deuxième comprend les coupe-circuit, interrupteurs, ampèremètres et disjoncteurs des groupes électrogènes ; le troisième porte l'interrupteur inverseur général permettant de passer les circuits de lumière du Poste central soit sur le secteur, soit sur les groupes de secours ; au dessus, se trouvent les interrupteurs des circuits précités et les appareils de mesure correspondants ; le dernier panneau porte l'inverseur tétrapolaire permettant de faire débiter sur les circuits du courant continu, soit les convertisseurs, soit le groupe électrogène à 70 volts ; les interrupteurs des circuits de charge des accumulateurs de transmission en ligne et des petits moteurs des remontoirs des poids moteurs des appareils télégraphiques, un disjoncteur intercalé entre les génératrices et les batteries de 2.000 ampères-heure travaillant en tampon.

Sur la figure 2, on aperçoit les deux groupes Diesel-Deutz

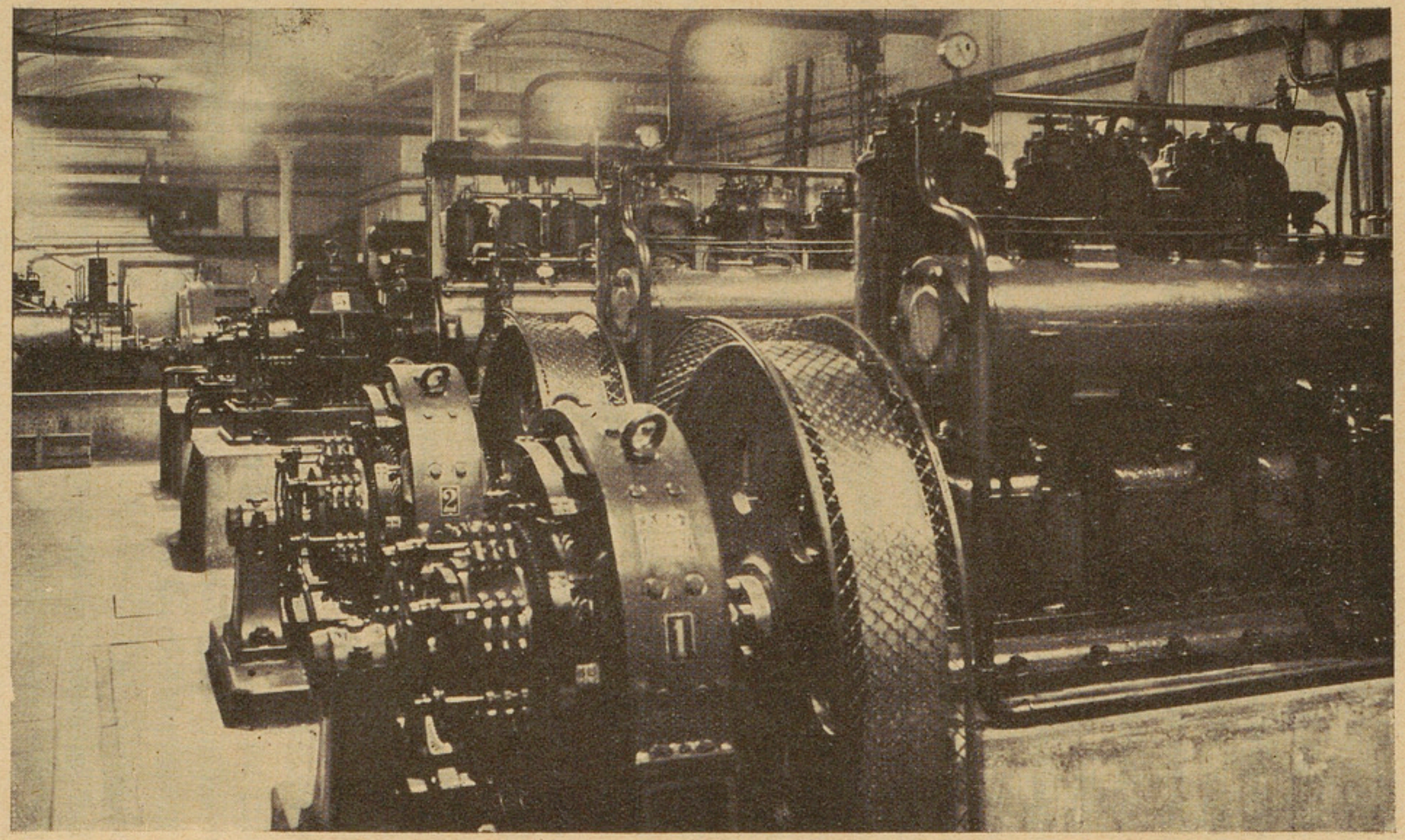


Fig. 2.

au premier plan, et les deux groupes de Dion-Bouton, derrière. Le tableau de distribution n'est pas visible.

Service pneumatique. — L'atelier ne fournit pas seulement l'énergie pour la production de la lumière, pour l'alimentation des nombreux moteurs d'utilisation et pour les transmissions télégraphiques et téléphoniques : il comprend encore une station de force motrice pneumatique. Sous cette forme, la force motrice est utilisée pour la propulsion des curseurs contenant les correspondances échangées entre les différentes sections du Poste central et entre le Poste central lui-même et les bureaux urbains. Il y a donc deux réseaux : un réseau intérieur mesurant 700 mètres de développement et un réseau extérieur dont la longueur atteint 500 kilomètres. Il convient de noter en passant, que le Poste central ne fournit qu'une petite partie de l'énergie dépensée dans ce vaste réseau ; il existe, en effet, sept autres centres de force, disséminés dans la ville.

Le réseau intérieur du Poste central est constitué par des appareils de différents types (Lamson, Krieger, Société française des tubes pneumatiques) utilisant exclusivement une dépression d'air d'environ 100 grammes (6 à 7 centimètres de mercure). La dépression est obtenue au moyen d'un raréfacteur du type Root actionné par un moteur monophasé à 110 volts, 50 périodes et 1.500 tours à la minute. Un secours est assuré, aussi bien du côté de la force motrice (par un moteur à 110 volts continu) que du côté de l'utilisation (par un second raréfacteur).

Le service de boulisterie pneumatique fonctionnant jour et nuit, un système économiseur comprenant un moteur à 110 volts continu et un servo-moteur est mis en service entre minuit et 7 heures ; la vitesse du moteur varie ainsi entre 400 et 1.600 tours à la minute.

Les raréfacteurs Root comportent un moteur monophasé à 110 volts avec poulies de renvoi et courroies de transmission, un convertisseur de 110 volts monophasé en 110 continu Hillairet.

Le réseau extérieur est alimenté en air comprimé ou raréfié par un groupe composé d'un moteur, d'un raréfacteur et d'un

compresseur rotatifs. Le moteur est du type asynchrone, monophasé (construction Hillairet) à 220 volts, 500 ampères, 50 périodes et 500 tours à la minute, à rotor bobiné et à bagues. Il est commandé par un tableau (fig. 3) comportant un rhéostat de démarrage RD, un interrupteur unipolaire I, un disjoncteur à minima et à maxima J, avec voltmètre et ampèremètre électromagnétique. Le moteur est placé entre le compresseur et la pompe à vide ; il est accouplé avec eux par plateaux mobiles et tocs d'entraînement sur caoutchouc.

Le compresseur (Angst, de Winterthur) aspire 1.640 mètres

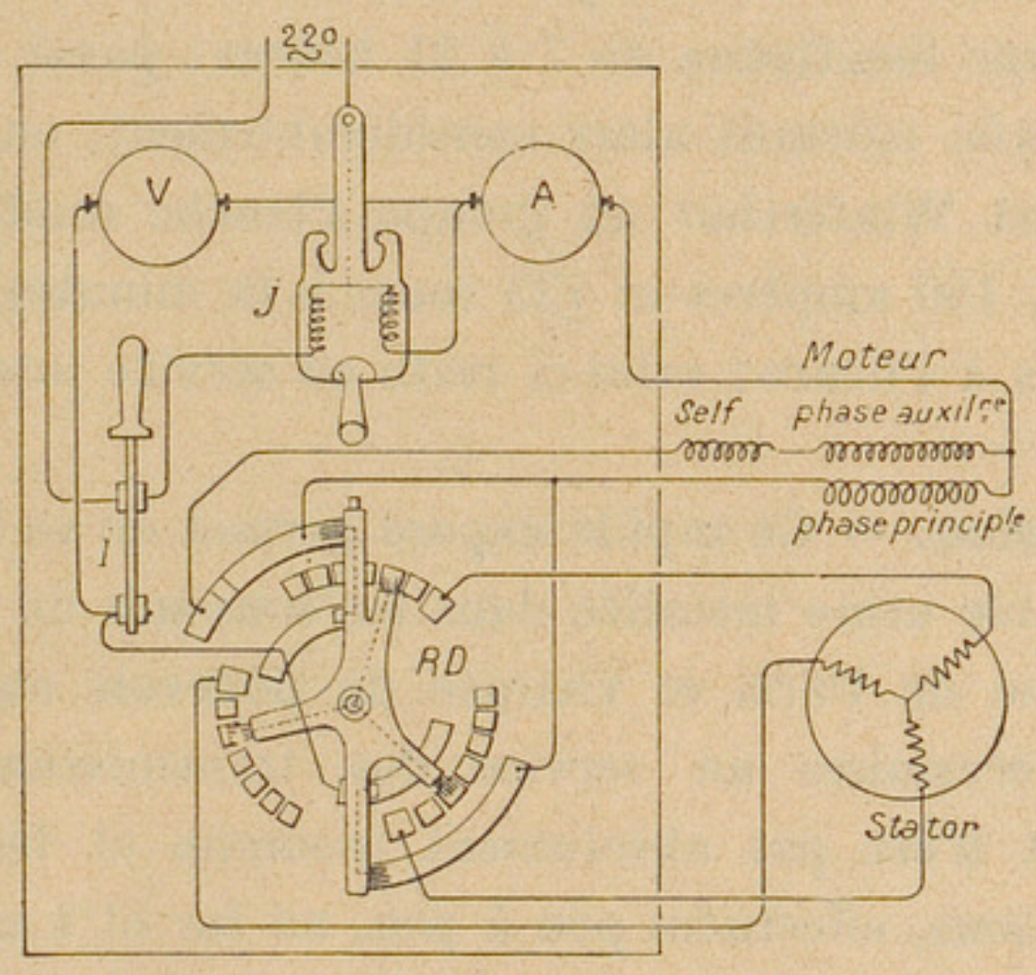


Fig. 3.

cubes à l'heure, à la vitesse de 485 tours à la minute et le refoule sous une pression de 1,8 atmosphère, absorbant une puissance de 55 chevaux.

Le raréfacteur, à 485 tours à la minute, aspire 2.150 mètres cubes à l'heure, produisant un vide de 66 %, et absorbe une puissance de 54 chevaux.

Les deux appareils sont graissés automatiquement par pompe à débit réglable. Sur l'aspiration du raréfacteur, se trouve un filtre pour débarrasser l'air des limailles métalliques, des menus déchets de papier, de cuir, etc... provenant du réseau, ainsi qu'une soupape de retenue pour éviter la rentrée de l'air dans les conduites

en cas d'arrêt. Sur le refoulement, on a placé un amortisseur de bruit.

Le compresseur possède un filtre sur l'aspiration. Afin d'éliminer les goutelettes, les vapeurs d'huile et d'eau entraînées par l'air, le tube de refoulement aboutit à un refroidisseur d'air à faisceau tubulaire et à circulation d'eau, suivi d'un séparateur d'huile à soupape. L'air, qui était à 60° dans le compresseur, est ramené ainsi à 10° et débarrassé de son huile à la sortie du refroidisseur.

L'air comprimé sortant du compresseur sans pulsation, il n'y a pas de réservoir d'air pour l'amortissement.

Ce groupe fonctionne de 7 à 21 heures ; passé cette dernière heure, le trafic baissant alors considérablement, on substitue au groupe Angst Winterthur un groupe Planche (moteur Giraudier à 110 volts, 150 ampères et 725 tours à la minute), débitant 450 mètres cubes à l'heure ; celui-ci reste en service jusqu'à 7 heures.

Conclusion. — Ce rapide exposé permet de se faire une idée de la véritable usine installée dans les sous-sols du Poste central télégraphique de Paris et chargée de pourvoir aux fournitures d'énergie nécessaires au service des transmissions électriques. Certes, tout n'est pas absolument moderne et homogène dans ces installations, effectuées peu à peu, au fur et à mesure que de nouveaux besoins se manifestaient. On s'est efforcé de suivre les progrès réalisés constamment dans la production de la force motrice et une meilleure utilisation, et l'on continue dans la même voie. C'est ainsi que la substitution aux deux derniers groupes électrogènes pourvus de moteur à essence ou au gaz, de deux autres groupes plus puissants alimentés à l'huile lourde est actuellement à l'étude. Pourtant, si l'on considère d'une part les améliorations réalisées depuis le temps où l'énergie pour l'éclairage était fournie par des machines à vapeur actionnant de petites dynamos Gramme (1882) et le courant électrique nécessaire au télégraphe puisé sur de nombreuses piles Callaud (1909), on s'aperçoit que l'administration française a concilié de son mieux les deux points essentiels : assurer un service régulier, et

ménager les deniers du Trésor. On voit également avec quel soin, quelle prévoyance minutieuse, les mesures ont été prises pour éviter tout arrêt du travail des transmissions. *A priori*, on serait tenté de croire que ces précautions sont un luxe, une superfétation. Mais il ne faut pas oublier que, malgré le téléphone, le télégraphe joue un rôle très important et de tout premier ordre dans l'échange des communications dont il faut conserver trace. Qu'il s'agisse de finance, de commerce, d'industrie ou d'affaires privées, un papier doit rester finalement, pour marquer une conclusion de pourparlers, de discussions, de tractations, un engagement, une promesse ou une acceptation : *scripta manent* ! Cela est tellement vrai, que le Poste central de Paris traite en moyenne, par jour, plus de 100.000 messages en provenance ou à destination de tous les pays du globe. Un arrêt du service paralyserait toute l'activité économique de notre pays. C'est cette considération primordiale qui justifie amplement les précautions méticuleuses des premiers organisateurs de l'atelier d'énergie et de ceux qui leur succèdèrent.

CALCUL DE LA RÉSISTANCE DE RAYONNEMENT D'UN FEEDER BIFILAIRE,

par J. LOEB,
ingénieur des Postes et Télégraphes.

---

1. Généralités. — La pratique courante des stations d'émission en ondes courtes dirigées conduit à placer le système rayonnant loin du bâtiment émetteur. Cette disposition permet d'alimenter un certain nombre d'antennes réparties sur le terrain, à partir d'un nombre égal d'émetteurs situés dans un même bâtiment. Il devient donc nécessaire de transporter l'énergie à haute fréquence jusqu'aux antennes, avec le meilleur rendement possible.

Deux solutions sont actuellement employées :

a) les feeders aériens placés sur des poteaux ;

b) les feeders tubulaires, où le conducteur central conduit l'énergie et où le tube extérieur est mis à la terre.

L'argument invoqué en faveur de la deuxième solution est celui des pertes par rayonnement que l'on attend avec les feeders aériens. En effet, l'énergie ainsi rayonnée ne concourt pas à l'effet directif à distance que l'on cherche.

Le calcul qui fait l'objet de cette note a pour but d'évaluer les pertes par rayonnement des feeders bifilaires aériens.

2. Hypothèses. — Le calcul sera fait dans les hypothèses suivantes, qui sont très près d'être vérifiées dans la pratique :

a) La longueur d'onde est grande devant l'écartement D des fils : ordinairement, D/λ est de l'ordre de 1 à 2 % ;

b) La longueur totale du feeder est grande devant la longueur d'onde, si bien que le champ en chaque point est considéré comme le même que si la ligne était infinie ; cela revient à négliger l'influence perturbatrice des extrémités ; le résultat trouvé pour le

coefficient d'inductance propre dans le cas de courants lentement variable confirme cette manière de voir ;

c) L'écartement D est grand devant le rayon a de chaque fil : a/D est aussi de l'ordre de 1 à 2 % ;

d) Le coefficient d'affaiblissement β sera négligé dans une première approximation ; cela revient à dire que l'amplitude du courant varie peu d'un point à l'autre ; cette condition n'est plus vérifiée avec autant d'exactitude si le feeder est long ; cependant il est facile de voir que, même si β est grand, les intégrales donnant les valeurs des potentiels ne sont pas beaucoup changées ;

e) Le sol est isolant, et de constante diélectrique égale à celle du vide ; cette hypothèse est à peu près justifiée par le fait que la fréquence est élevée ;

f) Le feeder est rigoureusement alimenté par des ondes progressives, à l'exclusion de tout phénomène stationnaire.

3. Méthode de calcul. — Nous emploierons la méthode de calcul indiquée par M. Brillouin dans le numéro d'avril 1927 de la revue *Radioélectricité*.

L'ensemble des courants et des charges répartis à la surface des conducteurs produit en un point déterminé M_x une force électrique qui possède une composante parallèle aux filets de courant. Intégrée sur la portion de cylindre comprise entre les plans d'abscisses x et $x + \mathrm{d}x$, cette force électrique donne une force électromotrice $E\ \mathrm{d}x$ qui n'est pas exactement déphasée d'un quart de période par rapport à l'intensité du courant total I_x. La composante wattée de la puissance donne en chaque point la puissance rayonnée. Si maintenant E_x peut se mettre sous la forme mI_x, la composante wattée de la puissance sera $\mathrm{d}W =$ partie réelle de $mI_x{}^2\,\mathrm{d}x$.

La partie réelle de m sera alors la résistance de rayonnement par unité de longueur, que l'on cherche. L'inductance propre par unité de longueur sera de même : $\mathrm{d}L =$ partie imaginaire de m.

Il n'est pas évident *a priori* que E_x peut se mettre sous la forme mI_x. En particulier, aux extrémités du fil, cela n'est plus vrai. Cependant nous verrons que, moyennant les hypothèses faites,

cette proportionnalité est vérifiée en ce qui concerne le résultat final.

4. Simplifications. — Les hypothèses du paragraphe **2** entraînent les simplifications suivantes (fig. 1) :

a) *Axe fictif des courants inducteurs.* — On sait que, sur un cylindre, l'intensité des courants varie comme la distance de la

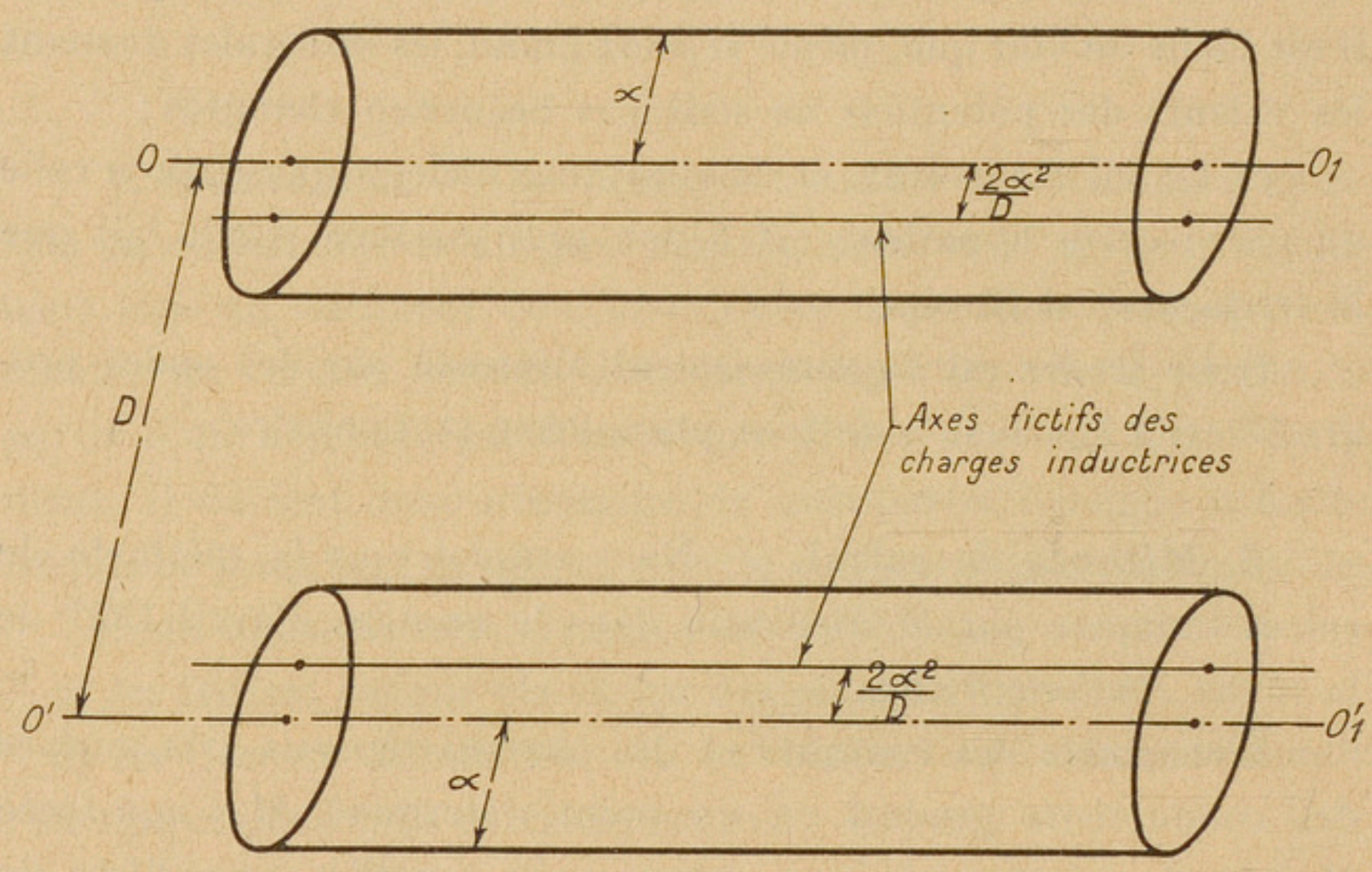


Fig. 1.

génératrice considérée au plan de symétrie du feeder. Comme a/D est petit, on peut considérer que le champ produit à l'extérieur et sur la surface même du fil est le même que si tous les filets de courant inducteur étaient concentrés sur l'axe géométrique du fil (théorème connu des potentiels logarithmiques dans le plan).

b) *Axe fictif des charges inductrices.* — La théorie des images électriques indique que le champ induit sur la surface du fil est la même que si les charges étaient concentrées sur un axe parallèle à l'axe géométrique et à une distance égale à $\frac{2\,a^2}{D}$. Cette quantité est négligeable devant a, et nous considérerons que les charges inductrices sont concentrées sur l'axe géométrique du fil.

Cet axe sera appelé *axe fictif des charges et des courants inducteurs* ou, pour simplifier, *axe fictif inducteur.*

c) *Axe fictif des points induits.* — Les points où nous avons à calculer la force électrique induite sont situés sur la surface du fil. Ceux du conducteur A sont donc à une distance a de l'axe fictif inducteur A, et sensiblement à une distance D de l'axe inducteur B.

Le problème revient donc à évaluer la force électrique produite en tous les points d'un axe fictif parallèle aux deux fils du feeder et situé à une distance a de l'axe A, et à une distance D de l'axe B, pour le calcul de l'énergie apportée par le fil A, et inversement pour l'autre.

Cet axe sera appelé *axe fictif des points induits* ou, pour simplifier, *axe fictif induit.*

5. Notations.

λ : longueur d'onde,

D : distance entre les axes fictifs inducteurs,

a : rayon de chaque fil,

U_x : tension entre deux conducteurs en un point d'abscisse x,

I_x : intensité en un point d'abscisse x,

U_0 : tension à l'entrée du feeder, prise comme origine des abscisses,

I_0 : intensité à l'entrée du feeder,

r : distance entre un point de l'axe fictif induit A et un point de l'axe fictif inducteur A,

r' : distance entre un point de l'axe fictif inducteur B et un point de l'axe fictif induit A,

y : distance entre un point de l'axe fictif inducteur et un point de l'axe fictif induit (comptée parallèlement à l'axe de chacun des fils,)

$j : \sqrt{-1}$.

k, μ, et c sont respectivement le pouvoir inducteur spécifique, la perméabilité magnétique du vide, et la vitesse de propagation des ondes dans le vide.

Calcul des potentiels retardés. — A) *Potentiel vecteur.* — Soit M un point d'abscisse x (fig. 2), où nous voulons calculer le potentiel vecteur et le potentiel scalaire produits par les courants et les charges.

Au point N_1 d'abscisse $x-y$, l'intensité du courant est égale (à l'époque t où son effet arrive en M) à :

$$I_{N_1} = I_0 \, e^{2\pi j \frac{x-y}{\lambda}}.$$

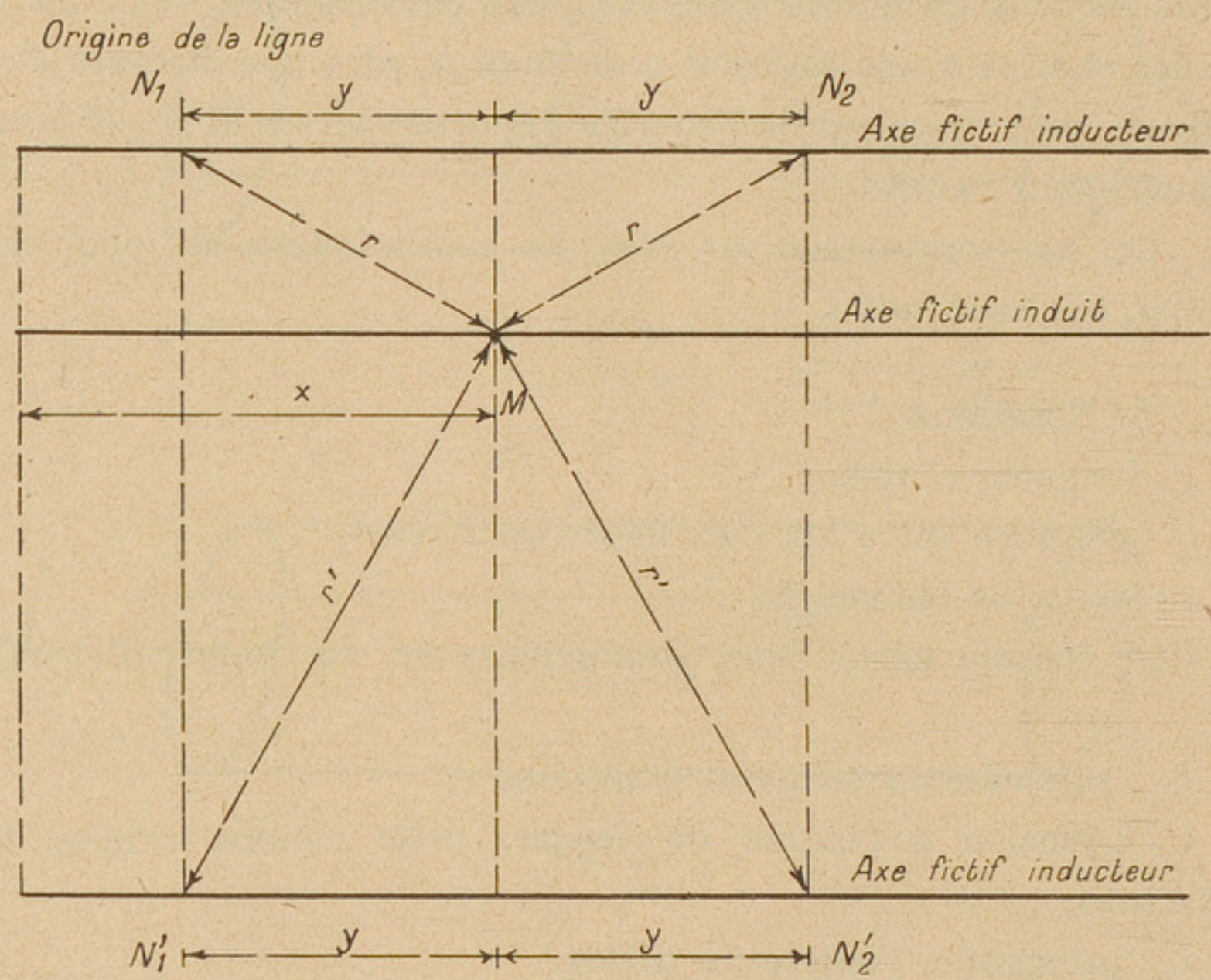


Fig. 2.

A l'époque $t - \frac{r}{c}$ où l'effet a commencé à se propager, on avait :

$$I_{N_1}\left(t - \frac{r}{c}\right) = I_0 \, e^{2\pi j \frac{x-y}{\lambda}} \cdot \quad e^{-2\pi j \frac{r}{\lambda}}.$$

Le potentiel vecteur retardé produit sur M par N a donc pour expression :

$$\vec{F}_{N_1} = \frac{\mu \, I_0 \, e^{2\pi j \frac{x-y}{\lambda}} \, e^{-2\pi j \frac{r}{\lambda}}}{v}.$$

De même :

$$\vec{F}_{N_2} = \frac{\mu I_0 e^{2\pi j \frac{x+y}{\lambda}} e^{-2\pi j \frac{r}{\lambda}}}{r},$$

$$\vec{F}_{N'_1} = \frac{-\mu I_0 e^{2\pi j \frac{x-y}{\lambda}} e^{-2\pi j \frac{r'}{\lambda}}}{r'},$$

$$\vec{F}_{N'_2} = \frac{-\mu I_0 e^{2\pi j \frac{x+y}{\lambda}} e^{-2\pi j \frac{r'}{\lambda}}}{r'}.$$

En tenant compte de l'hypothèse b), on peut supposer le fil indéfini dans les deux sens et écrire, pour le potentiel vecteur $\vec{F}$ produit par l'ensemble des courants des deux conducteurs au point M :

$$\vec{F} = \mu I_x \int_0^\infty 2 \cos \frac{2\pi y}{\lambda} \left(\frac{e^{-2\pi j \frac{r}{\lambda}}}{r} - \frac{e^{-2\pi j \frac{r'}{\lambda}}}{r'} \right) dy.$$

Cette quantité $\vec{F}$ a une partie réelle et une partie imaginaire.

La partie réelle, qui donnera naissance à la force électromotrice d'inductance propre, se calcule sans difficultés. En négligeant $\frac{D^2}{\lambda^2}$ devant $\operatorname{Log} \frac{D}{a}$, on trouve que la partie réelle de $\vec{F}$ est égale à :

$$2 \mu I_x \operatorname{Log} \frac{D}{a}.$$

La partie imaginaire, qui donnera naissance à la force électromotrice en phase avec l'intensité et due au rayonnement, se calcule en la développant en série suivant les puissances croissantes de $\frac{D}{\lambda}$ et $\frac{a}{\lambda}$. Posons $\alpha = \frac{2\pi a}{\lambda}$ et $\delta = \frac{2\pi D}{\lambda}$.

Ce développement s'obtient en dérivant le terme sous le signe $\int$ par rapport à ces quantités. On trouve finalement que la partie imaginaire de $\vec{F}$ est égale à :

$$-\mu I_x \pi \delta^2 j.$$

Les termes négligés sont de l'ordre de δ^4.

Finalement, le potentiel vecteur devient :

$$\vec{F} = \mu I_x \left(2 \operatorname{Log} \frac{D}{a} - \pi \delta^2 j\right).$$

B) *Potentiel scalaire.* — On trouve de la même façon que le potentiel scalaire produit au point M par les charges disposées sur les axes fictifs inducteurs est :

$$V = \frac{C U_x}{k} \left(2 \operatorname{Log} \frac{D}{a} - \pi \delta^2 j\right).$$

7. Calcul des forces électriques induites et des composantes de la puissance. — A) *Potentiel vecteur.* — En un point M du conducteur d'aller, la force électrique est :

$$\vec{h} = -\frac{\partial \vec{F}}{\partial t} = -\mu \frac{\partial I_x}{\partial t} \left(2 \operatorname{Log} \frac{D}{a} - \pi \delta^2 j\right)$$

et la puissance apparente exercée sur le fil par le champ extérieur est pour un élément dx,

$$\mathrm{d}\, W = -\frac{2 \pi \mu c j}{\lambda} I_x^2 \left(2 \operatorname{Log} \frac{D}{a} - \pi \delta^2 j\right).$$

Sur l'élément de même longueur du conducteur de retour, l'intensité est $I'_x = - I_x$, et $dW' = dW$ en grandeur et en signe.

Par conséquent :

$$\mathrm{d}\, W = \left[-\frac{2 \pi \mu c j}{\lambda} I_x^2 \times 4 \operatorname{Log} \frac{D}{a} - \frac{4 \pi^2 \mu c \delta^2}{\lambda} I_x^2\right] \mathrm{d}\, x.$$

Cela correspond à une force électromotrice d'inductance propre en avance de $\frac{\pi}{2}$ sur l'intensité et correspondant à une inductance propre répartie de valeur

$$L = 4 \operatorname{Log} \frac{D}{a}$$

par unité de longueur

et à une résistance de rayonnement répartie

$$R = \frac{16 \pi^4 \mu c D^2}{\lambda^3}$$

par unité de longueur.

B) *Potentiel scalaire* (fig. 3). — Nous avons vu que le potentiel scalaire créé en un point M_x du conducteur d'aller par les charges des axes fictifs inducteurs est :

$$V = \frac{C\,U_x}{k}\left(2\,\mathrm{Log}\,\frac{D}{a} - \pi\,\delta^2\,j\right).$$

Au point M'_x du conducteur de retour, le potentiel vecteur est :

$$V' = -\frac{C\,U_x}{k}\left(2\,\mathrm{Log}\,\frac{D}{a} - \pi\,\delta^2\,j\right).$$

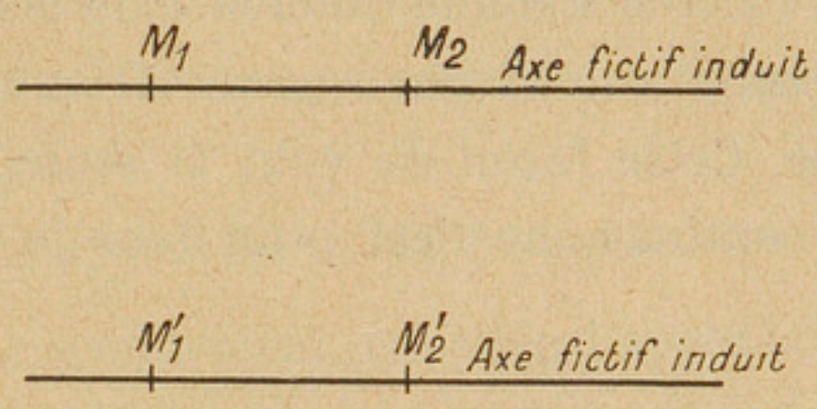


Fig. 3.

La somme des forces électromotrices induites par les charges sur le parcours $M_1M_2\,M'_2M'_1$ est donc égale à :

$$-\frac{2\,C\,\frac{\partial\,U_x}{\partial\,x}}{k}\left(2\,\mathrm{Log}\,\frac{D}{a}\,\pi\,\delta^2\,j\right)\mathrm{d}\,x.$$

Or

$$\frac{C}{k}\cdot\frac{\partial\,U_x}{\partial\,x} = \mu\,c\,\frac{\partial\,I_x}{\partial\,t},$$

comme il est facile de s'en assurer.

Donc la force électromotrice induite par les charges est égale à celle qui est induite par les courants.

Cela signifie que la puissance apparente due au potentiel vecteur est produite par les variations le long du fil du potentiel scalaire, et réciproquement. En effet, la source placée à l'extrémité n'agit pas directement sur les charges placées sur les conducteurs : elle agit justement par l'intermédiaire des charges et des flux magnétiques répartis dans l'espace. La réaction du feeder sur la source se produit uniquement au point d'attaque. A ce

moment, il est facile de voir que les forces électromotrices dues aux effets statique et inductif sont précisément égales chacune à la moitié de la valeur qui a été calculée loin des bords. Cela permet, en définitive, de se rendre compte du mécanisme par lequel la source apporte l'élément de puissance apparente développée en chaque point du conducteur.

Pour les courants lentement variables, la théorie classique, passant à la limite, n'admet, entre la source et le récepteur, aucune accumulation d'énergie électrostatique. Le champ électrostatique est remplacé par l'existence d'une différence de potentiel appliquée à l'entrée de la ligne, et considérée comme variant progressivement le long de la ligne. Cette façon de voir, la seule correcte dans le cas des courants continus, ne l'est plus dans le cas de la haute fréquence.

8. Conclusions et vérifications. — L'application du principe de M. Brillouin au cas de la ligne infinie à permis de trouver une définition du coefficient d'inductance propre et de la résistance de rayonnement. On se trouve en présence, non d'un effet moyen sur l'ensemble d'une ligne, mais d'une force électrique agissant effectivement en chaque point du fil. Il a été démontré au cours du calcul que cette force électrique ne dépend que de l'intensité du courant en ce point (en négligeant l'effet des bords). Cette circonstance permet réellement de parler de constantes réparties. La valeur trouvée pour l'inductance répartie est la même que celle que donne la théorie des courants lentement variables. Des mesures faites sur les feeders en haute fréquence ont confirmé ces résultats. En effet, d'une part la vitesse de propagation des ondes le long du fil est très voisine de celle de la lumière, et d'autre part l'impédance caractéristique mesurée est bien celle que laissaient prévoir les valeurs de L et C calculées d'après la théorie des courants lentement variables.

La valeur trouvée pour la résistance de rayonnement répartie est :

$$R = \frac{16\,\pi^4\,\mu\,c\,D^2}{\lambda^3}.$$

Passant du système cgs au système pratique, on trouve :

$$R = \frac{48.000\ D^2}{\lambda^3}$$

ohms par unité de longueur.

Exemple numérique. — Soit un conducteur ayant les caractéristiques suivantes :

$a = 2^{mm}$,

$D = 10^{cm}$,

établi pour une onde $\lambda = 30^m$.

La résistance ohmique d'une boucle de 1^m est (en tenant compte de l'effet pelliculaire donnant une pénétration de $2{,}2 \times 10^{-2}$ millimètre) :

$$\rho = 14{,}4 \times 10^{-2} \text{ ohm /mètre.}$$

La résistance de rayonnement, calculée d'après la formule ci-dessus, est :

$$R = 1{,}8 \times 10^{-2} \text{ ohm /mètre.}$$

Dans ce cas, le rayonnement augmente très peu l'affaiblissement.

Mais si, au lieu de transmettre une onde de 30 mètres, on transmet une onde de 15 mètres, R devient huit fois plus grand et, dans le cas présent, voisin de la résistance ohmique.

Affaiblissement : Si l'on néglige la perditance, l'affaiblissement β s'écrit :

$$\beta = \frac{R + \rho}{2\,Z_0}.$$

Dans le cas envisagé, où

$$Z_0 = 480 \text{ ohms.}$$

on a respectivement, pour les longueurs d'ondes égales à 30 et à 15 mètres :

$$\beta_{30} = 0{,}00016 \text{ par mètre.}$$
$$\beta_{15} = 0{,}00028 \text{ par mètre.}$$

Cela donne environ une perte de puissance de 50 % pour 1 kilomètre de feeder sur l'onde de 15 mètres et de 30 % sur l'onde de 30 mètres.

Pratiquement, les chiffres mesurés sont beaucoup plus élevés. On peut compter que 500 mètres de feeder donnent une perte de puissance de 50 %. Cela est dû aux pertes dans les isolants par suite de dépôts d'humidité. Le fait a d'ailleurs été reconnu, que l'impédance d'entrée des feeders aériens baisse dans de grandes proportions par temps de pluie.

En résumé, la résistance de rayonnement d'un feeder reste négligeable quand la longueur d'onde est voisine de 30 mètres, mais augmente proportionnellement au cube de la fréquence, de façon à devenir, pour $\lambda = 15^{m}$, de l'ordre de grandeur de la résistance ohmique. On aurait donc intérêt, dans certains cas, à annuler la résistance de rayonnement par des rotations sur les feeders.

ACHEMINEMENT DES COMMUNICATIONS

entre les bureaux automatiques & les bureaux manuels du réseau téléphonique de Paris & de sa banlieue,

(NOTICE PRATIQUE A L'USAGE DU PERSONNEL TÉLÉPHONIQUE) [1]

par M. ARDILLY,
contrôleur à Paris-Téléphone,

en collaboration avec MM. VIGOUROUX & SOLEIL,
contrôleurs à Paris-Téléphone.

CHAPITRE PREMIER.

ETABLISSEMENT DES COMMUNICATIONS EN AUTOMATIQUE.

Les lignes des abonnés sont reliées par groupe de cent sur les broches des *chercheurs primaires*. Pour l'écoulement des appels, quatorze à dix-huit chercheurs primaires sont à la disposition des abonnés de la même centaine.

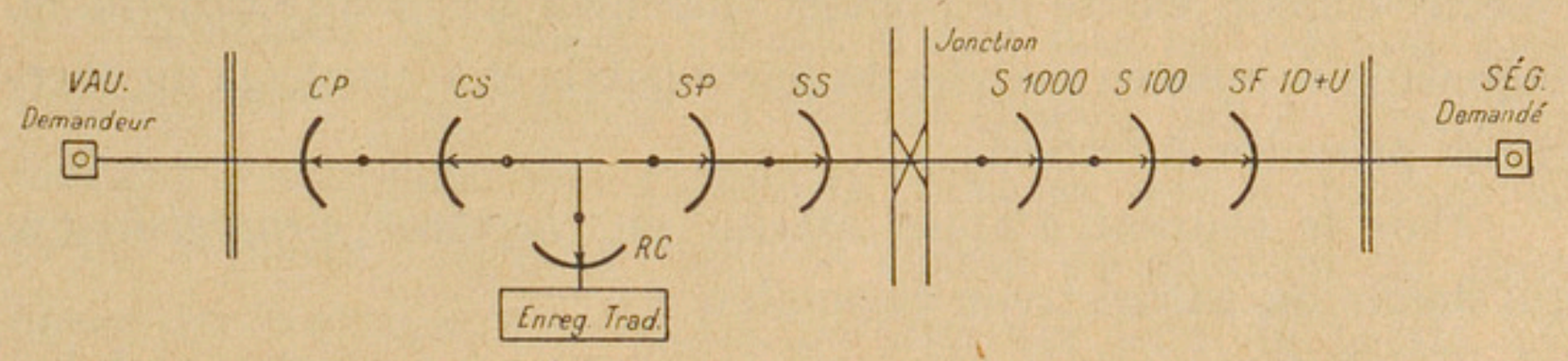


Fig. 1.

Dès qu'un abonné décroche, sa ligne est mise sous courant et l'électro-aimant d'embrayage du premier chercheur primaire disponible est excité. Sous l'action de ce dernier, le disque flexible du porte-balais est engréné par la roue dentée de l'arbre des chercheurs primaires en rotation continuelle, et le porte-balais se met

---

1. Nous reproduisons ici le texte intégral d'une brochure qui vient d'être établie pour être distribuée au personnel chargé du contrôle du service téléphonique à partir des postes d'abonnés du réseau de Paris. (N.D.L.R.)

à tourner, parcourant l'arc des broches et faisant contact avec chacune d'elles. Une fois arrivé sur les broches de la ligne appelante, l'excitation de l'électro-aimant est coupée, le disque flexible est dégagé et le porte-balais s'arrête instantanément : la ligne appelante est trouvée et, par l'intermédiaire des balais en contact avec les broches, elle est prolongée vers les chercheurs secondaires.

Les *chercheurs secondaires* alertés opèrent de même : action de

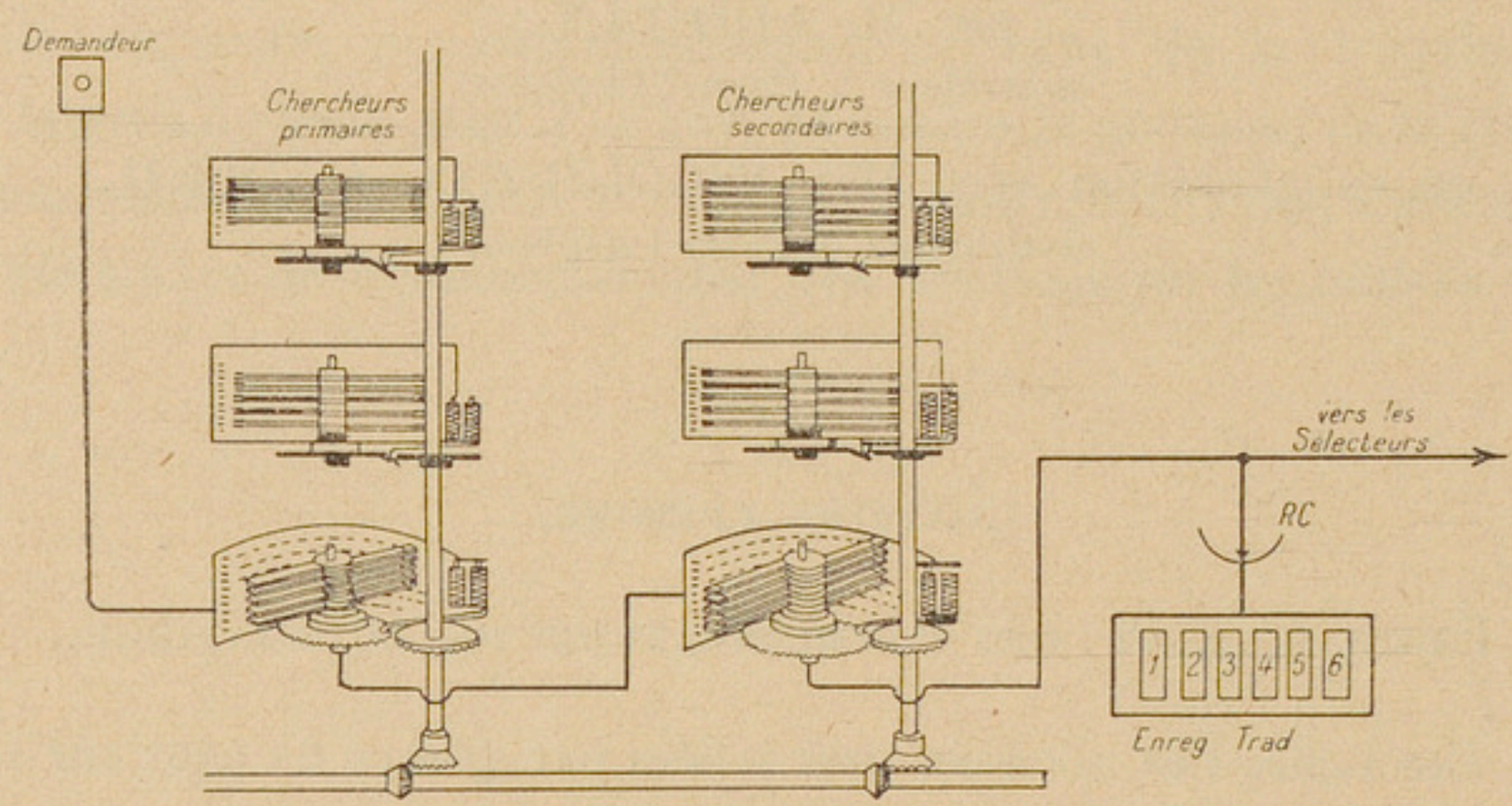


Fig. 2.

l'électro-aimant excité du premier chercheur secondaire disponible, engrenage et mise en marche du porte-balais et accrochage du chercheur primaire intéressé.

Puis le courant d'appel atteint un *chercheur d'enregistreurs*, qui donne un enregistreur disponible.

La chaîne étant établie avec l'*enregistreur traducteur*, celui-ci envoie le signal de manœuvre (*tonalité*).

L'abonné, qui perçoit ce signal, commence la composition du numéro d'appel désiré, soit SEG 45.46 par exemple, en effectuant sept manœuvres du cadran : trois pour le préfixe SEG et quatre pour le numéro 45.46 ; il envoie ainsi sept trains d'impulsions.

L'enregistreur traducteur reçoit les impulsions dans chacun des six éléments semblables qui le composent, de la façon suivante : pour le préfixe : 1re él. (S), 2e él. (E), 3e él. (G) ; pour le numéro d'appel : 4e él. (4), 5e él. (5), 6e él. (4). Puis,

à ce moment, les trois premiers trains d'impulsions enregistrés étant renvoyés sur le traducteur, les trois premiers éléments sont libres et le septième train est reçu par le troisième élément des préfixes : 3e él. (6).

Immédiatement la chaîne se prolonge, sous la commande et le contrôle de l'enregistreur, par un *sélecteur primaire* et un *sélecteur secondaire*, qui orientent la sélection sur une jonction sortante

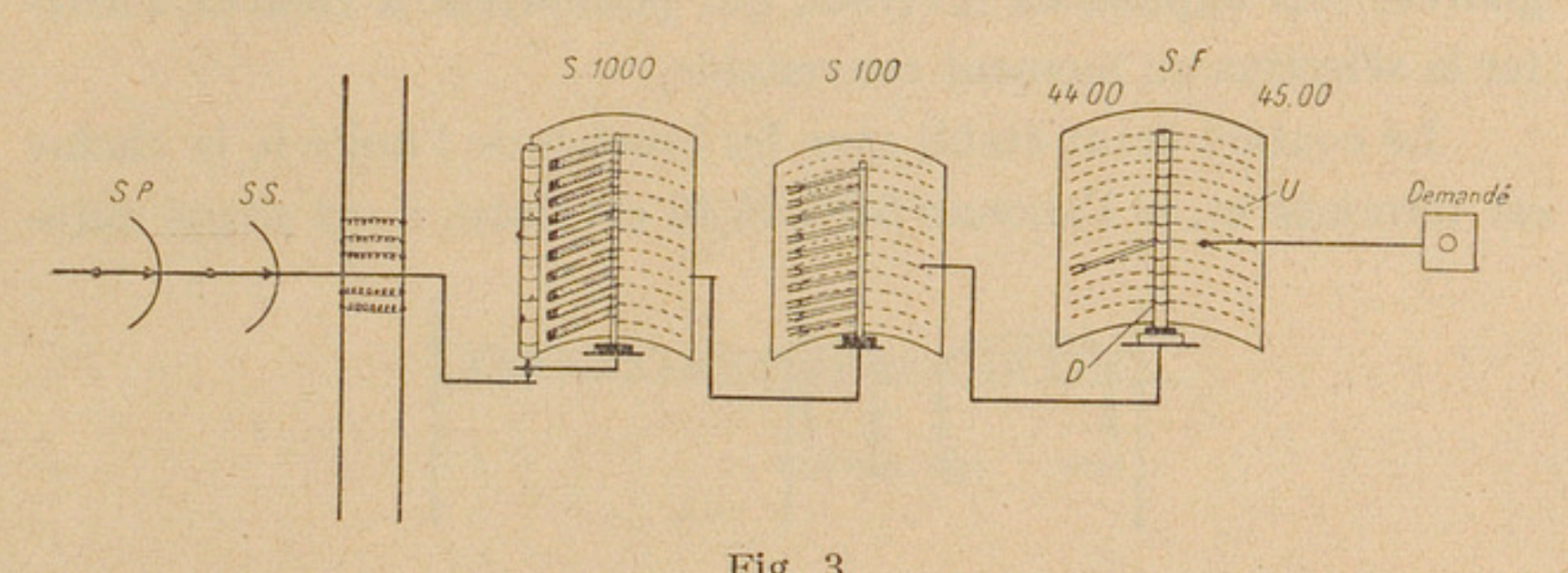


Fig. 3.

avec le bureau Ségur ; puis, à ce bureau, un sélecteur des mille (*sélecteur tertiaire*) est obtenu.

Le sélecteur des mille comporte un axe muni de dix ergots mobiles, montés en spirale tout le long de cet axe ; c'est le déclancheur de balais. Venant d'être mis en relation avec l'enregistreur, sous l'action de celui-ci (renvoi par le quatrième élément des impulsions : chiffre 4), l'axe se met à tourner de façon à placer l'ergot 4 dans le champ de rotation du chercheur des centaines. Le chariot, portant dix jeux de balais, est alors actionné (embrayage par engrenage flexible) ; il se met à tourner, et le quatrième jeu de balais est heurté au passage par l'ergot 4, qui en fait ressortir les griffes. Ces griffes prennent contact successivement avec les broches et, suivant indication de la centaine, s'arrêtent sur un sélecteur libre de cette centaine.

Dans le *sélecteur des centaines*, le choisisseur de niveau déclanche les balais correspondant à la centaine 5 et recherche un sélecteur final libre de cette centaine. Les sélecteurs finals renferment les broches de deux centaines d'abonnés ; une centaine

paire et la centaine impaire suivante ; c'est, en réalité, le sélecteur final 44 et 45 qui est en jeu.

Dans le *sélecteur final*, le choisisseur de niveau déclanche les balais correspondant à la dizaine 4, et le chariot porte-balais progresse d'autant de pas qu'il y a d'unités dans le dernier chiffre (6) reçu par l'enregistreur.

Dans toutes ces opérations, les sélecteurs renvoient à l'enregistreur des impulsions inverses, qui permettent à celui-ci d'arrêter la sélection au moment convenable.

Le contact étant établi avec les broches de l'unité 6, la chaîne est terminée et, si l'abonné SEG.45.46 est libre, il est sonné auto-

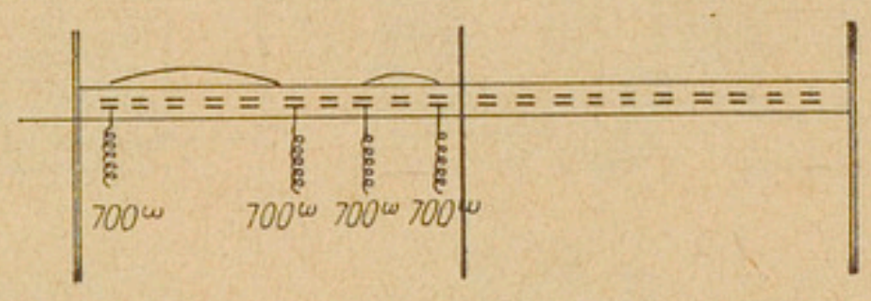


Fig. 4.

matiquement ; s'il est en conversation ou en période d'appel, un signal d'occupation, donné automatiquement est aperçu par le demandeur.

Groupement des lignes d'abonnés. — Les abonnés titulaires de plusieurs lignes ont, à moins d'avis contraire de leur part, leurs lignes groupées en série, et ne figurent à l'annuaire que sous le premier numéro de la série, ou de chaque série si, le nombre de lignes étant important, plusieurs séries ont été constituées, avec l'indication x « lignes groupées sous ce numéro ».

Il est indispensable, en automatique, que les appels soient uniquement effectués sous les numéros d'appels figurant à l'annuaire.

En procédant ainsi, en cas d'occupation de la première ligne demandée, le chercheur du sélecteur final explorera toutes les broches de la série de lignes appartenant au même abonné jusqu'à ce qu'il rencontre une ligne libre.

Dans le cas contraire, si l'appel est fait sous un numéro intermédiaire dans la série (séries de plus de deux lignes), la ligne correspondant au numéro demandé sera seule intéressée, au détriment

des autres lignes ; et si l'appel est fait sous le dernier numéro de la série, le chercheur s'intéressera seulement à cette dernière ligne, et en cas d'occupation de celle-ci, au lieu de déclancher le signal d'occupation, la ligne suivante, disponible ou appartenant à un autre abonné, sera susceptible d'être prise.

Techniquement, le dispositif employé pour le groupement des séries de lignes est indiqué sur la figure 4.

Une résistance de 700 ohms est mise à la première ligne (*dispositif de tête*) et une autre résistance, de 700 ohms également, est mise à la dernière ligne (*dispositif de queue*).

Lorsque l'appel est fait réglementairement, le dispositif de tête agit en cas d'occupation et fait progresser le chercheur sur les broches suivantes jusqu'à ce qu'une ligne libre soit trouvée. Le dispositif de queue agit également : son action est d'arrêter le chercheur et, suivant le cas (abonné libre ou en communication), le demandé est sonné ou le signal d'occupation est déclanché.

Si l'appel est fait sous un numéro quelconque dans la série de lignes, les dispositifs de tête et de queue sont inopérants et la ligne seule correspondant au numéro demandé est recherchée. Si cette ligne se trouve être la dernière de la série, en cas d'occupation, le dispositif placé sur cette ligne n'agit plus comme arrêt, mais comme dispositif de tête, faisant progresser le chercheur sur la ligne suivante. En cas de non-utilisation de cette ligne, un retour d'appel est alors obtenu inutilement ; si elle est attribuée à un abonné, celui-ci est dérangé à tort.

Chapitre II.

Communications de l'automatique vers le manuel.

Supposons qu'un abonné de « Carnot » en demande un de « Gutenberg ».

L'enregistreur traducteur a reçu les impulsions provoquées par les manœuvres du cadran d'appel et une jonction est prise avec « Gutenberg ». Une des trente lampes d'appel (*verte*) correspondant à la ligne empruntée s'allume fixe à la position I.A. de

« Gutenberg ». Cette ligne est en même temps reliée à l'un des trois enregistreurs I.A libre (à « Gutenberg »), dont la lampe d'occupation (*blanche*) s'allume ; puis, après un temps très court (quel-

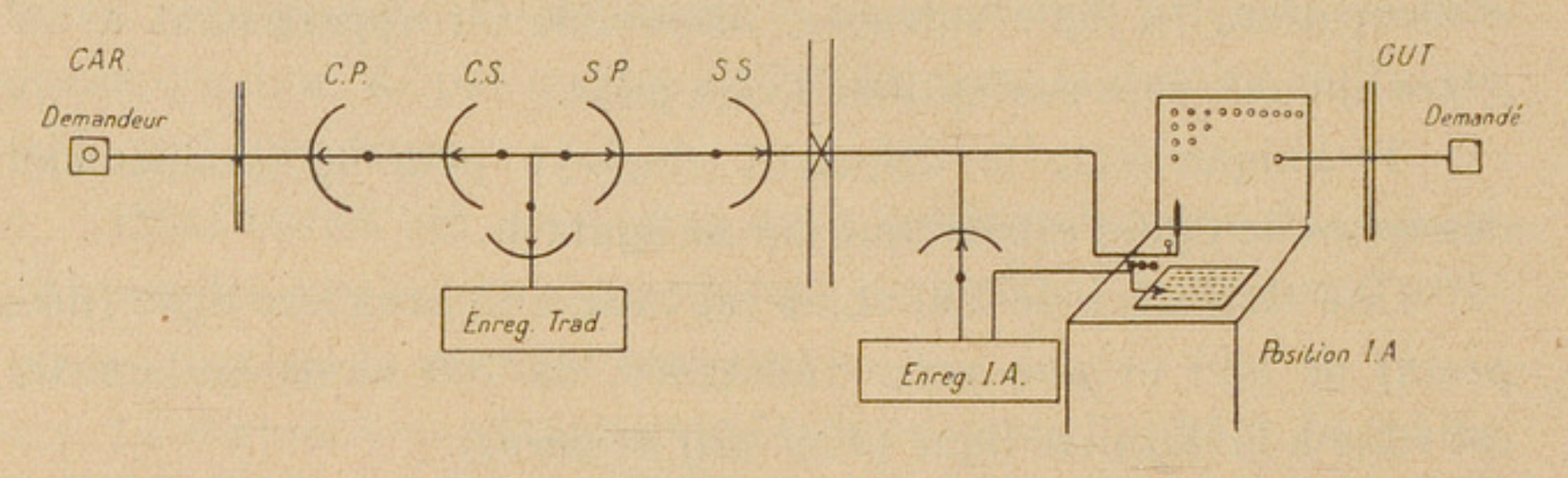


Fig. 5.

ques secondes : temps de travail de l'enregistreur I.A), l'appel apparaît en chiffres lumineux sur l'indicateur, et la lampe verte passe de l'allumage fixe au scintillement.

L'opératrice prend le monocorde correspondant à l'appel et,

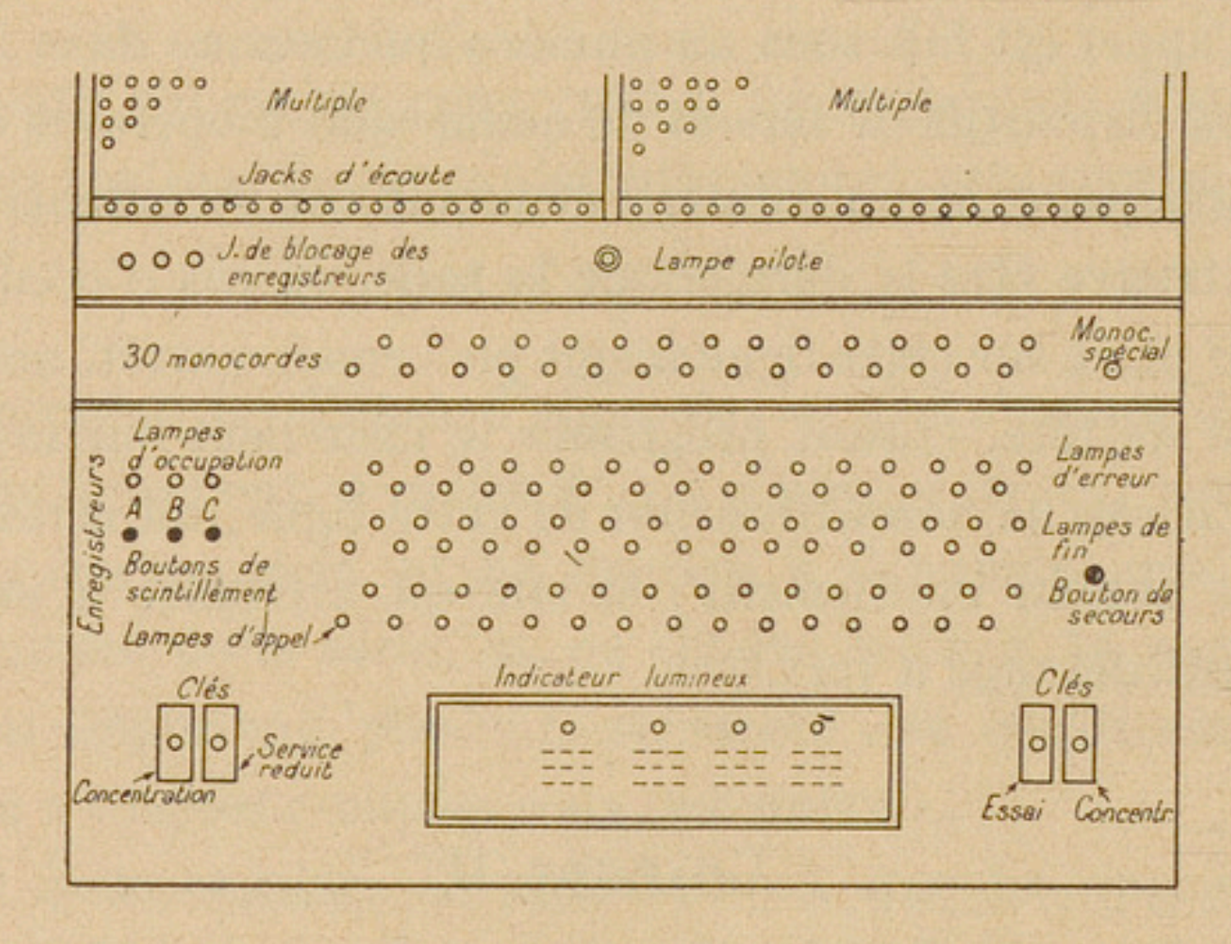


Fig. 6.

après test, l'enfonce, suivant le cas, dans le jack général du demandé ou dans le jack d'occupation. A l'enfichage, le numéro disparaît de l'indicateur, la lampe d'appel s'éteint, l'enregistreur se libère et sa lampe d'occupation s'éteint. Pendant la communication, toutes les lampes sont éteintes sur la ligne empruntée. En fin de communication, la lampe blanche de fin s'allume et l'opératrice coupe.

Emploi d'un monocorde spécial. — Les positions I.A possèdent un monocorde spécial associé avec un bouton de secours, qui servent à traiter les incidents d'exploitation.

1° *L'appel n'apparaît pas ou apparaît incomplet ou déformé.* — L'opératrice introduit le monocorde spécial dans le jack d'écoute de la ligne empruntée et appuie un instant sur le bouton de secours. Elle est alors en liaison avec le demandeur, et en même temps l'enregistreur est libéré et les lampes d'appel et d'occupation s'éteignent. L'opératrice s'annonce en disant « Quel numéro voulez-vous ? » et donne suite à la demande de l'abonné. Après avoir enfiché le jack général de l'abonné demandé, elle retire le monocorde spécial.

2° *L'appel ne disparaît pas à l'enfichage.* — L'enfichage du monocorde spécial dans le jack d'écoute et l'action sur le bouton de secours ont pour effet de libérer l'enregistreur et le tableau lumineux.

3° *La lampe d'erreur s'allume.* — En cas d'incidents au cours de la communication et *le demandeur étant toujours à l'appareil* (cas de faux numéros, coupures, manques de sonnerie), l'opératrice rentre en écoute sur le monocorde emprunté en opérant comme ci-dessus et donne la suite utile.

4° *L'indicateur annonce 00.00.* — L'opératrice rentre en écoute et répond ou donne suite à la demande.

5° *Dérangements et essais.*

Chapitre III.

Communications entre automatique et manuel non-aménagé.

Cette situation de non-aménagement est appelée à disparaître. Le bureau « Roquette » seul est considéré comme non-aménagé : il ne possède pas de sélection directe sur les positions A ni d'indicateurs d'appels sur les positions B.

Le bureau « Ménilmontant-Oberkampf » est semi-aménagé : les positions B sont munies d'indicateurs d'appels, mais la sélection directe n'est utilisée qu'avec quelques bureaux automatiques.

L'aménagement de ces deux bureaux est donc provisoirement

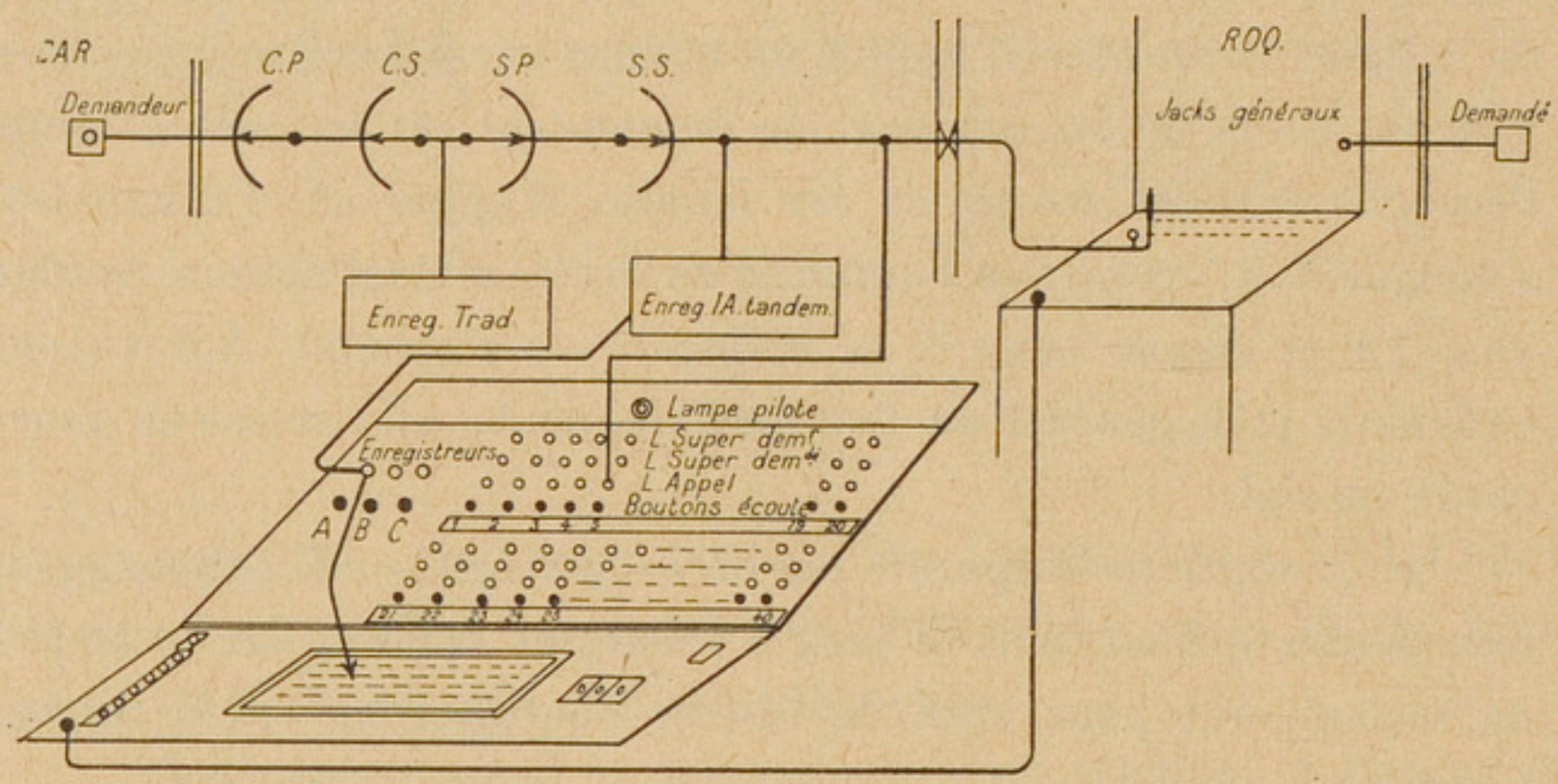


Fig. 7.

réalisé dans les bureaux automatiques mêmes par des positions I.A tandems et semi-B.

1° Communication dans le sens de l'automatique vers « Roquette ». — Les positions *I.A tandems* ne possèdent ni dicordes ni jacks, et les lignes desservies, représentées chacune par un jeu de lampes et de boutons, vont aboutir directement sur les positions B correspondantes à « Roquette ».

Dès qu'une lampe d'appel s'allume, indiquant la ligne empruntée avec « Roquette », un appel apparaît sur l'indicateur lumineux et la lampe d'occupation de la ligne s'allume également à « Roquette ». L'opératrice tandem, en liaison permanente avec sa correspondante, énonce le numéro demandé et celui de la ligne empruntée ; « Roquette » collationne, tout en vérifiant le numéro de la ligne, et traite l'appel. L'opératrice tandem est, en réalité, un relais humain entre l'automatique et le manuel.

L'opératrice tandem peut intervenir dans les communications :

1° en rentrant en écoute sur les lignes empruntées : a) lors-

qu'un appel n'apparaît pas ou apparaît incomplet ; b) lorsque la lampe de supervision du demandé s'allume quelque temps après l'appel sorti, indice de faux numéros ou de coupures ;

2° lorsque la lampe de supervision du demandé s'allume aussitôt l'appel traité, indice de manque d'appel ; l'opératrice prévient « Roquette » en disant : « Sonnez sur le... »

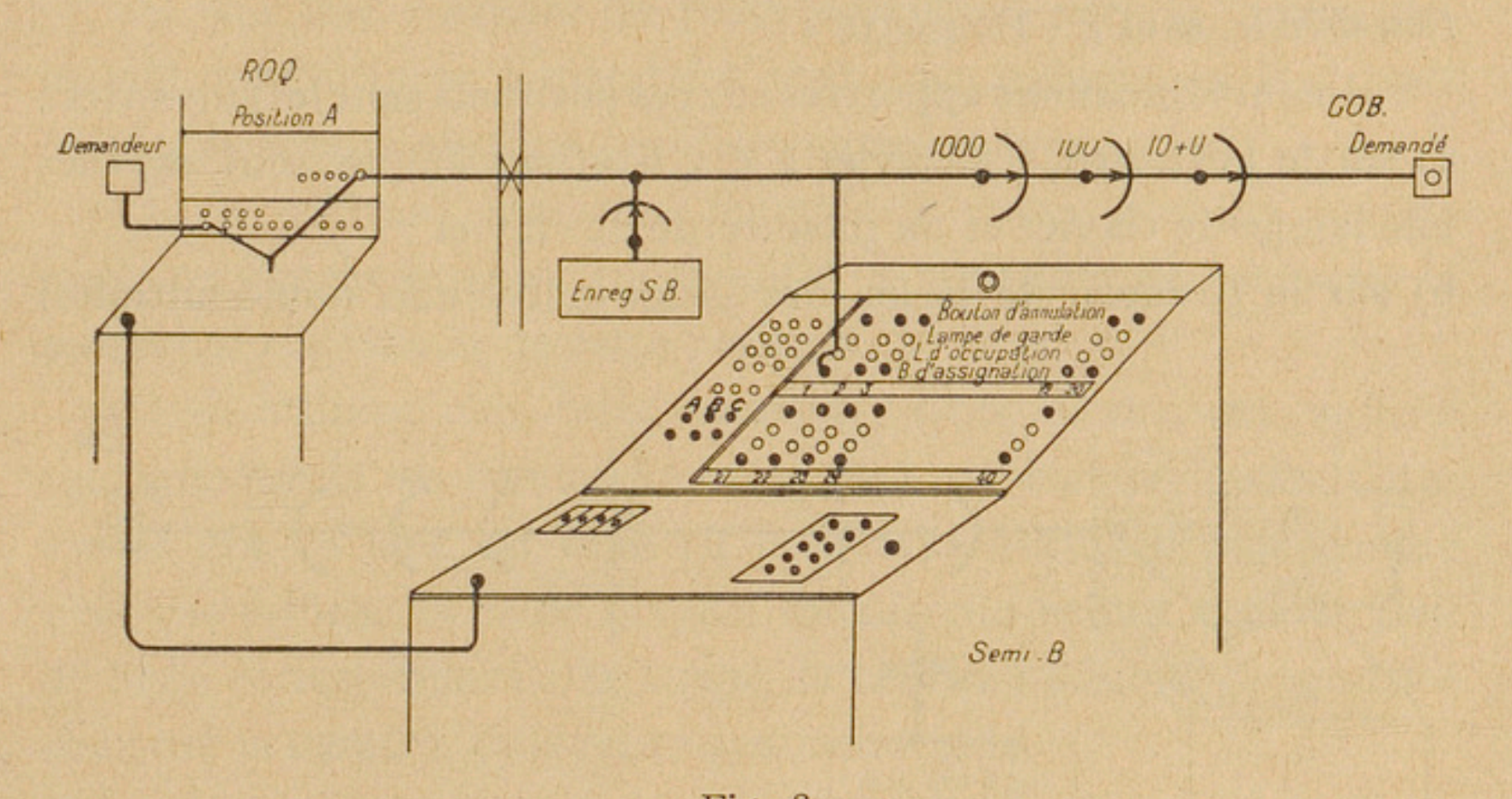


Fig. 8.

2° **Communication dans le sens de « Roquette » ou « Ménilmontant » vers l'automatique.** — Les positions semi-B ne possèdent ni monocordes ni jacks ; les lignes desservies sont représentées chacune par un jeu de lampes et de boutons.

Les opératrices disposent d'un clavier à dix boutons avec bouton de correction ; elles reçoivent les appels par ligne d'ordre, collationnent et désignent le numéro d'une ligne disponible. En même temps, elles appuient sur le bouton d'assignation correspondant à cette ligne. Aussitôt la lampe de clavier d'un enregistreur libre scintille et le numéro demandé est composé.

Note. — Lors de la mise en service du bureau « Élysées » en automatique, les communications entre les bureaux « Élysées » et « Roquette » s'obtiendront de la façon suivante : les positions IA tandems (vers « Roquette ») seront installées au bureau « Diderot-transit » et les positions tandems semi-B (vers « Elysées ») seront installées au bureau « Trudaine-automatique. »

Chapitre IV.

Communications du manuel vers l'automatique.

Les positions A des bureaux manuels sont munies de la *sélection directe*, sauf à « Roquette ».

Les modifications apportées sur ces positions sont les suivantes :
a) sur le keyboard, un clavier à dix boutons, auquel sont associés une lampe de clavier et un monocorde de clavier ;
b) sur le panneau de jacks, des jacks individuels (non-multiplés)

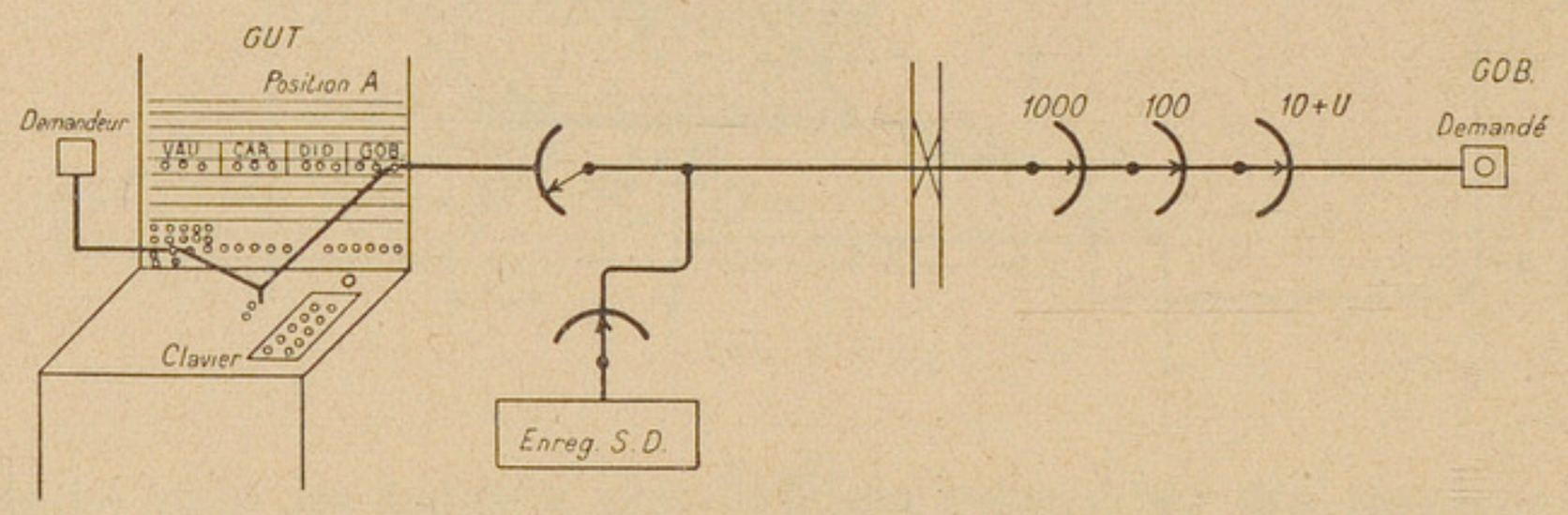


Fig. 9.

avec les bureaux automatiques, étiquetés par bureaux ; de doubles jacks communs (multiplés) vers les automatiques (chaque paire comprend un jack de ligne et un jack de clavier, séparés par un porte-étiquette commun).

L'opératrice A, ayant répondu au demandeur et collationné le numéro demandé, enfiche la fiche d'appel du dicorde utilisé dans un jack individuel disponible vers le bureau demandé.

A l'enfichage du jack individuel, une jonction est prise avec « Gobelins » et un enregistreur S.D. est pris également ; la lampe de supervision du demandé s'allume et presque aussitôt la lampe du clavier brille à son tour, indiquant à l'opératrice qu'elle peut composer le numéro demandé, l'enregistreur lui signalant ainsi qu'il est prêt à recevoir l'appel. L'opératrice compose le numéro et son rôle est terminé. La lampe de clavier s'éteint et le clavier peut être utilisé pour un autre appel.

L'enregistreur S.D. a renvoyé les impulsions reçues à « Gobelins » sur les sélecteurs des mille, des centaines, des dizaines et des unités, et le demandé est sonné.

La lampe de supervision du demandé s'éteint à la réponse de celui-ci et se rallume lorsqu'il raccroche, comme pour une communication toute manuelle.

Si, sur une position, les jacks individuels vers le bureau demandé dont dispose l'opératrice sont tous occupés, celle-ci peut écouler la communication par deux autres moyens :

soit en utilisant les *jacks individuels* d'une position voisine (celle de gauche pour sa commodité), à condition de composer le numéro sur le clavier de cette position ;

soit en utilisant les *jacks communs* ; dans ce cas, elle enfiche son monocorde de clavier dans un jack de clavier, après s'être assuré que ce jack est libre en le testant avec son monocorde ; puis elle enfiche la fiche d'appel du dicorde utilisé dans le jack de ligne correspondant : la lampe de clavier s'allume, l'opératrice compose le numéro, puis retire son monocorde.

Chapitre V.

Communications de l'automatique vers la banlieue.

Les bureaux automatiques obtiennent les bureaux de banlieue par l'intermédiaire des *positions I.A-tandems* installées dans les *centres de transit.*

Ces positions sont équipées comme les positions I.A des manuels; elles comportent : un monocorde spécial avec bouton de secours, un indicateur lumineux et trois enregistreurs, et desservent quinze à vingt lignes avec chacune un monocorde, une lampe d'appel, une lampe de fin et une lampe d'erreur.

Ces quinze à vingt lignes sont réparties entre quatre ou cinq bureaux automatiques. Une opératrice peut donc répondre à quatre ou cinq bureaux différents avec trois ou quatre lignes seulement par bureau ; mais, plusieurs opératrices desservant les mêmes

bureaux, il s'ensuit un bon écoulement du trafic car, comme à « Diderot-transit » par exemple, les automatiques étant desservis par douze positions, chaque bureau se trouve desservi par quatre opératrices.

Les positions I.A tandems n'utilisent que les jacks de lignes auxiliaires des bureaux de banlieue en batterie centrale intégrale et les jacks à test lumineux des bureaux de banlieue à batterie locale. L'établissement des communications et l'intervention possible des opératrices se font d'après le même mode opératoire que pour les communications entre automatique et manuel aménagé : une lampe d'appel (*verte*) s'allume ; la ligne correspondant à cette lampe se trouve reliée à l'enregistreur, dont la lampe d'occupation s'allume ; puis l'appel apparaît sur l'indicateur lumineux et la lampe d'appel scintille ; l'appel se compose de cinq chiffres, le premier étant l'indicatif correspondant au bureau de banlieue demandé.

L'opératrice lit l'appel et, suivant que le bureau destinataire est exploité en batterie centrale intégrale ou en batterie locale, elle appuie sur le bouton de conversation correspondant au bureau demandé, transmet le numéro par ligne d'ordre et enfiche le monocorde correspondant à la lampe d'appel qui scintille, dans le conjoncteur qui est désigné par le bureau de banlieue (batterie centrale intégrale), ou bien elle appuie sur le bouton de test lumineux et enfiche le monocorde emprunté dans un jack libre (lampe allumée) correspondant au bureau demandé (batterie locale).

En fin de communication, l'opératrice coupe sur allumage de la lampe de fin (*blanche*).

Chapitre VI.

Communications de la banlieue vers Paris empruntant un centre de transit.

L'écoulement des communications demandées par les bureaux de banlieue à destination des bureaux de Paris (automatiques,

manuels, interurbain et régional) et des bureaux de banlieue rattachés au même *centre de transit*, est assuré par des positions *tandems semi-B*.

Ces positions sont équipées comme les positions à sélection directe dans les bureaux manuels : un clavier à dix boutons et des jacks individuels et jacks communs avec les bureaux automatiques,

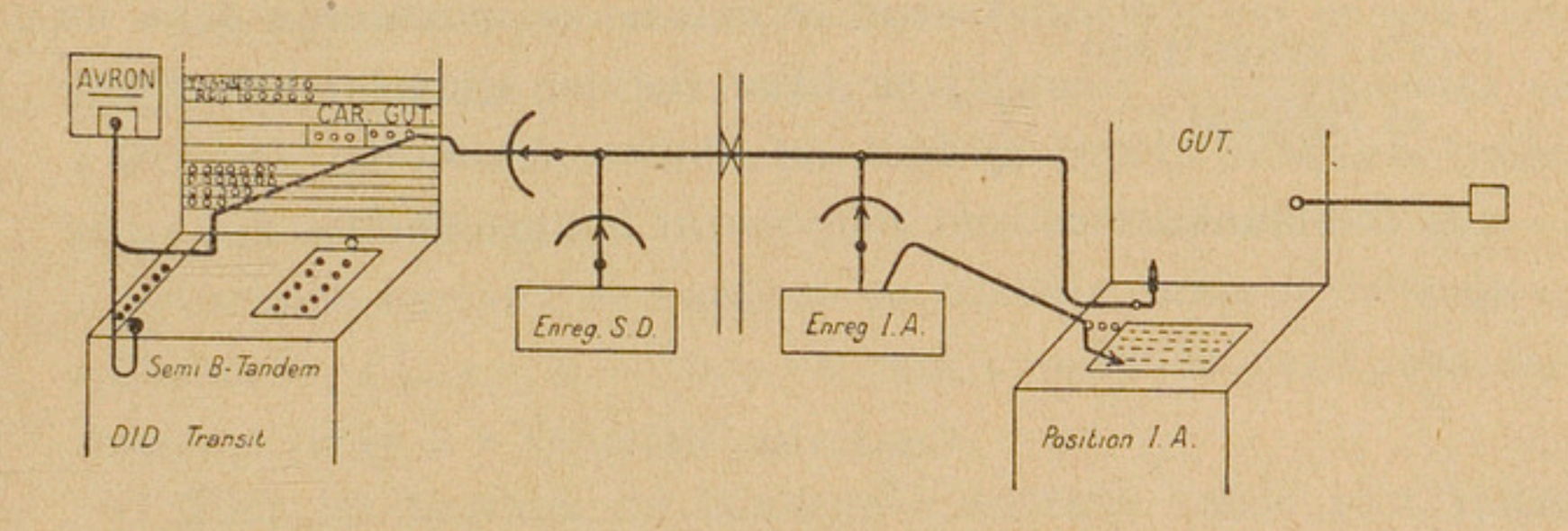


Fig. 10.

et en plus : des jacks individuels et jacks communs avec les manuels aménagés ; des jacks de lignes auxiliaires avec « Roquette », les centres de transit et les bureaux de banlieue en batterie centrale intégrale ; des jacks à test lumineux multiplés avec les bureaux de banlieue et batterie locale, l'interurbain et le régional ; des boutons de conversation correspondant aux lignes d'ordre de « Roquette », centres de transit et banlieue à batterie centrale intégrale ; un certain nombre de monocordes (vingt à trente par position).

L'opératrice tandem, en liaison continuelle avec le bureau de banlieue qu'elle dessert, reçoit l'appel, collationne et désigne un monocorde disponible ; ensuite, suivant la destination demandée, elle opère ainsi :

a) Automatiques et manuels aménagés : elle enfiche le monocorde désigné dans un jack individuel vers le bureau demandé : jonction prise, la lampe de supervision du côté du demandé s'allume, puis la lampe de clavier s'allume à son tour ; elle compose le numéro ;

b) « Roquette », centres de transit de banlieue à batterie centrale intégrale :	elle appuie sur le bouton de conversation correspondant au bureau ou centre demandé et transmet l'appel par ligne d'ordre ; elle enfiche ensuite le monocorde désigné dans le conjoncteur qui lui est indiqué ;
c) Banlieue à batterie locale, interurbain et régional :	elle appuie sur le bouton de test lumineux et enfiche le monocorde dans un jack libre (lampe allumée) correspondant au bureau demandé.

Les communications sont coupées sur lampes de fin.

Chapitre VII.

Communications empruntant deux centres de transit.

Les communications demandées par un bureau de banlieue relié à un centre de transit, à destination d'un bureau de banlieue desservi par un autre centre de transit, sont reçues par des positions tandems équipées comme les autres positions semi-B de ce centre.

Ces positions n'utilisent pas le clavier : elles travaillent entre elles en manuel, reçoivent les appels comme une opératrice B, collationnent et désignent un monocorde ; puis elles appellent le bureau de banlieue intéressé en effectuant les manœuvres indiquées au chapitre V (6e alinéa : communication de l'automatique vers la banlieue).

Chapitre VIII.

Liaisons entre les bureaux automatiques & les bureaux de la zone suburbaine.

Les appels des bureaux de banlieue pour Paris et la zone suburbaine transitent, en général, par les centres automatiques de transit.

Des circuits directs relient également ces bureaux aux localités avoisinantes et certains bureaux de Paris avec lesquels le trafic est important.

Les appels des bureaux automatiques et des bureaux suburbains à destination des bureaux de banlieue transitent par les centres automatiques de transit ou sont faits par circuits directs avec les localités avoisinantes.

Les appels des bureaux manuels à destination des bureaux de banlieue transitent par les bureaux tandems (« Desrenaudes », « Ménilmontant ») ou sont faits par circuits directs lorsque le trafic entre eux est important.

Certains bureaux de banlieue en batterie locale (« Bellevue », « Clamart », « Issy » & « Vanves ») sont appelés de Paris sous des numéros reliés à « Vaugirard ».

Tous les bureaux de banlieue à batterie locale sont reliés chacun à un bureau automatique et les positions A sont munies de cadrans d'appels. Au point de vue de l'établissement des communications, ils sont, par le fait, abonnés du secteur automatique auquel ils sont rattachés. Les opératrices transmettent donc toutes les communications automatiquement, sauf pour les localités avec lesquelles elles disposent de lignes directes.

Dans les bureaux de banlieue à batterie centrale, les services de réclamations et de renseignements sont reliés par plusieurs lignes à un bureau automatique et ont à leur disposition un cadran d'appel. Ils sont ainsi abonnés du bureau automatique et opèrent comme eux. Les opératrices des tables de réclamations et de renseignements peuvent ainsi donner très rapidement suite aux demandes des abonnés locaux.

CINQ ANNÉES DE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERCONTINENTAL,

par K.-T. ROOD. [1]

Il y a cinq ans ce mois-ci, le « pont téléphonique » que les savants et ingénieurs du Bell system avaient réussi à établir au-dessus de l'océan Atlantique du nord, était mis solennellement à la disposition du public par P. Walter S. Gifford, président de l'American telephone and telegraph company. Le jour de l'inauguration (7 janvier 1927), les territoires desservis par la nouvelle liaison téléphonique transatlantique étaient limitées aux districts métropolitains de New-York et de Londres, où il existait alors environ 2.500.000 postes téléphoniques.

Depuis lors, l'horizon téléphonique est allé sans cesse en s'élargissant. Aujourd'hui, 32.829.000 postes téléphoniques ont accès au service transocéanique, c'est-à-dire 92 % environ du nombre total des postes téléphoniques existant dans le monde entier. Les territoires desservis par les nouvelles liaisons comprennent : une grande partie de l'Amérique du nord et de l'Amérique du sud, la totalité de la Grande-Bretagne et de l'Irlande du nord, pratiquement toute l'Europe depuis le Royaume-Uni jusqu'à la mer Noire, puis l'Australie et une ville d'Afrique ; ils comprennent en outre les îles de Java et de Sumatra (Indes néerlandaises), la Sicile, les îles Canaries, les îles Bermudes et l'archipel hawaïen. Sept grands paquebots, lorsqu'ils sont en haute mer, restent en contact par téléphone avec cet immense réseau intercontinental, grâce au service institué entre les navires et la terre ferme. Et encore toutes les possibilités ne sont-elles pas épuisées aujourd'hui.

1. Traduction d'un article paru dans la revue *Bell telephone quarterly* de janvier 1932.

Au fur et à mesure que le service téléphonique transocéanique bénéficiait de nouvelles extensions, le nombre des communications échangées augmentait progressivement. En 1927, première année du service, le nombre quotidien des conversations était de 7 en moyenne. Depuis lors, chaque année, on voyait augmenter ce nombre, jusqu'à ce qu'il dépassât 100 au cours d'une semaine-record de l'été 1931. Le nombre total des conversations téléphoniques transocéaniques échangées au cours de l'année 1931 accusait, par rapport à l'année 1930, une augmentation de 21 %.

En présence de ces résultats, plusieurs questions se présentent tout naturellement à l'esprit. Qui utilise le service transatlantique ? A quels besoins répond ce service ? L'expérience a-t-elle confirmé la prédiction faite à Sir Evelyn Murray, secrétaire de l'administration britannique des Postes, Télégraphes et Téléphones, par M. Gifford, il y a cinq ans, au cours des cérémonies d'inauguration du service ? M. Gifford disait : « Le service transocéanique facilitera certainement les affaires ; ce sera une grande commodité et un bienfait social ; grâce aux relations plus étroites qu'il permettra d'établir, il créera une entente plus parfaite et renforcera les liens de l'amitié ».

On peut glaner dans la presse quotidienne les réponses à toutes ces questions. En effet, depuis que ce service a été créé, on en a parlé dans les journaux sous la forme d'informations, et l'on a insisté à différentes reprises sur le rôle qu'il a joué en des occasions mémorables et pour des buts importants. Les considérations qui suivent sont extraites des informations et commentaires des grands journaux, ainsi que des renseignements fournis directement par les usagers.

Monde de la finance. — A partir du jour même (ou presque) où le service téléphonique transocéanique a été mis à la disposition du public, les banquiers, agents de change, financiers ont vu là un moyen rapide et efficace pour établir des communications entre les marchés monétaires d'Europe et d'Amérique. Une banque américaine téléphone à son représentant en Europe pour négocier certains effets. Un agent de change suit de très près l'évolution politique dans une capitale étrangère. Un financier américain voyageant à

l'étranger, se met en rapport journalier avec ses agents de change à New-York. Ainsi que le montrent les « nouvelles du jour », le plus léger incident dans le monde de la finance se trouve fidèlement marqué dans les fluctuations du service téléphonique intercontinental.

Lorsqu'en 1929 la vague de hausse s'arrêta brusquement, le trafic transatlantique battit un record pendant les deux ou trois jours qui suivirent. L'été dernier, lorsque les négociations relatives aux réglements des dettes interalliées marquèrent quelques progrès, l'intérêt porté à l'avenir économique de l'Allemagne par les financiers américains eut sa répercussion sur le trafic téléphonique intercontinental, qui, pendant une semaine, s'éleva à des chiffres qui n'avaient jamais été atteints jusque là.

Lorsqu'un peu plus tard (septembre 1931) la Grande-Bretagne fit connaître qu'elle abandonnait l'étalon d'or, un nouveau record fut battu : le 21 septembre, le nombre des conversations téléphoniques intercontinentales s'est élevé à 162.

En août 1931, on annonçait que les banquiers français et américains s'étaient associés pour consentir au trésor britannique un crédit de 400 millions de dollars en ajoutant que les négociations s'étaient poursuivies en grande partie par téléphone et avaient pu ainsi aboutir dans le délai très court de 36 heures.

Si l'on remonte à 1929, on apprend dans les journaux qu'un homme d'affaires bien connu, alors qu'il voyageait à l'étranger, s'est servi du téléphone chaque jour pendant une période où l'activité était grande sur le marché des changes, afin de se tenir très au courant de la situation. Les conversations qu'il échangeait étaient non seulement nombreuses, mais encore d'une longueur inaccoutumée. D'après les journaux, il dépensa 25.000 dollars pendant une seule semaine pour téléphoner à New-York à ses agents de change ; les informations ajoutent qu'il téléphonait chaque jour à la file, à une douzaine d'agents de change, ce qui lui prenait parfois jusqu'à une heure et demie.

On cite encore le cas d'un financier notoire qui, de l'hôtel Savoy à Londres, a échangé avec New-York une conversation qui a duré 1 heure 37 minutes.

S'il en était besoin, on pourrait citer un grand nombre d'informations de ce genre, qui montrent toutes comment les grands hommes d'affaires ont adopté, comme l'un de leurs instruments de travail les plus précieux, un mode de communication qui, il y a un peu plus de cinq ans, n'existait encore qu'à l'état de projet.

Grande presse. — La création du service téléphonique intercontinental fut un réel bienfait pour la presse. Nombre de rédacteurs en chef harassés se saisirent avec joie de leur appareil téléphonique et entrèrent directement en communication avec les reporters qui se trouvaient à 5.000, 8.000, 15.000 kilomètres de distance, là où se déroulaient de grands événements : ils se faisaient confirmer certains détails, recueillaient les impressions de témoins oculaires et de précieux renseignements imprégnés de couleur locale, afin d'embellir les récits qui parvenaient par les voies ordinaires. Souvent, un rédacteur en chef a pu entrer directement en communication avec tel homme du jour et obtenir de lui un entretien exclusif, au moyen d'une conversation téléphonique intercontinentale.

Lorsqu'une terrible tragédie se déroule dans un pays, les rédacteurs en chef des journaux des autres pays ne manquent pas de faire appel au service intercontinental pour obtenir des détails au profit de leurs lecteurs. On peut citer le cas de l'explosion qui s'est produite en 1930 à l'hôpital de Cleveland et qui a frappé d'horreur tout le monde civilisé. L'intérêt soulevé par cette catastrophe fut si grand, que plusieurs journaux anglais demandèrent par téléphone des renseignements de la dernière heure. Le *London daily mail* téléphona pendant 25 minutes au *Cleveland news* au sujet des suites de cette terrible explosion.

Des sujets moins tragiques font très souvent l'objet de reportages par téléphone transocéanique. Par exemple, lorsque des personnes très connues sont soupçonnées de caresser des projets matrimoniaux, existe-t-il un meilleur procédé pour transformer une rumeur en certitude que de s'adresser directement aux intéressés, même s'ils se trouvent à plusieurs milliers de kilomètres de distance? C'est pour cette raison qu'en octobre 1931 le rédacteur en chef d'un quotidien de Londres téléphona à une actrice américaine très connue

et obtint confirmation des fiançailles de celle-ci avec le fils cadet d'un pair du Royaume-Uni. Dans le même but, et avec le même succès, un autre journal de Londres demanda directement par téléphone une confirmation à une Américaine, champion de tennis.

Parmi les entretiens intéressants demandés par la presse sur les liaisons transocéaniques, on peut citer celui au cours duquel un journal européen demandait à l'un des secrétaires du président Hoover s'il était vrai ou non que le président se proposait de réunir une conférence commerciale internationale. Pendant qu'il voyageait à l'étranger, le maire de New-York, M. Walker, fut appelé au téléphone par un journal du soir de cette ville pour connaître les résultats de l'inspection qu'il faisait en vue des services publics d'une grande ville. Au mois d'août 1931, après que le Scotland yard eut reçu la photographie d'un criminel fameux, un journal du soir de Londres demanda, par téléphone, au commissaire de police de New York des détails sur l'homme et sur ses exploits. Beaucoup d'autres conversations intercontinentales prouvent l'intérêt que soulèvent à l'étranger les crimes et leurs auteurs, aussi bien que l'utilité de la liaison téléphonique établie au dessus de l'Atlantique. Le seul fait que cette liaison peut jouer un grand rôle en facilitant l'arrestation des malfaiteurs ou en empêchant les crimes d'être commis, donne une idée de sa valeur vraiment unique en tant que moyen de communication internationale.

On peut encore citer un reportage transatlantique qui mérite mieux qu'une mention sommaire, en raison de son caractère à la fois ingénieux et dramatique. Il se rapporte à l'arrivée du dirigeable *Graf-Zeppelin* en Amérique lorsqu'il traversa l'Atlantique pour la première fois au mois d'octobre 1928. Ayant compris la valeur d'information d'un tel événement, une agence de presse allemande s'était arrangée pour qu'un de ses reporters effectuât la traversée à bord du dirigeable. Ce reporter descendit l'un des premiers sur l'aérodrome de Lakehurst, où il était attendu par un correspondant américain de son agence. Plusieurs jours à l'avance, le correspondant américain avait loué une chambre dans une auberge le long de la route ; dans cette chambre, la compagnie des téléphones avait installé un poste pour lui. Il avait demandé une communication

avec Berlin, à établir dès l'arrivée du dirigeable. Suivi du reporter allemand, le correspondant américain courut à l'auberge. Entre temps, ayant entendu le vacarme occasionné par les sifflets, les trompes et les vivats, le personnel du bureau central téléphonique de Lakehurst avait deviné que le dirigeable était en vue et commençait à préparer la communication avec Berlin. Après quelques minutes, la nouvelle de l'heureuse traversée était transmise à Berlin, où cinq sténographes se relayant, notèrent les informations, transmises pendant 40 minutes.

Personnages officiels. — Si l'on établissait la liste des personnages officiels qui ont utilisé la téléphonie intercontinentale au cours des cinq dernières années, il faudrait y faire figurer plusieurs rois et présidents, des premiers ministres, de hauts fonctionnaires de divers départements ministériels, un grand nombre de secrétaires et sous-secrétaires, si l'on s'en rapporte aux informations des journaux. Il est intéressant de rappeler que plusieurs chefs d'Etat ont participé aux cérémonies d'inauguration des services transocéaniques avec de nouveaux pays. Le 13 octobre 1928, le président Coolidge s'entretenait avec le roi Alphonse XIII ; c'était la première fois qu'un président des Etats-Unis conversait par téléphone avec un monarque régnant d'Europe.

Lorsque, en novembre 1928, le service téléphonique transocéanique fut inauguré entre les Etats-Unis d'Amérique et l'Autriche, le Secrétaire d'Etat Frank B. Kellogg, à Washington, échangea des compliments avec M. Ignaz Seipel, chancelier d'Autriche à Wien. Au cours du même mois, M. Kellog prit part aux cérémonies d'inauguration du service téléphonique entre les Etats-Unis d'une part, la Hongrie et la Tchécoslovaquie d'autre part. De Budapest, le comte Stephen Bethlen, premier ministre de Hongrie, échangea une conversation avec M. Kellogg ; puis, au nom de la Tchécoslovaquie, M. Edouard Benès, ministre des Affaires étrangères à Prague, répondit au secrétaire d'Etat Kellogg.

Au début de l'année 1929, au cours d'une visite aux Etats-Unis, don Alfonso d'Orléans, cousin germain du roi d'Espagne, son épouse et son fils conversèrent par téléphone avec le roi Alphonse XIII

qui se trouvait au Palais royal de Madrid. Vers la même époque, M. Parker Gilbert, agent général des réparations, alors qu'il se trouvait à Washington pour conférer avec les chefs du département d'État, causa avec son représentant à Paris, au sujet des membres du comité d'experts américains qui devait prendre part à la prochaine conférence pour les réparations.

Lorsque, le 21 janvier 1930, le roi George V d'Angleterre prononça le célèbre discours d'inauguration de la conférence des armements navals, il parla devant un microphone en or et en argent, placé en avant de son trône d'or, dans la galerie royale de la chambre des lords de Grande-Bretagne. On estime que son discours a été entendu par 100 millions de personnes possédant un poste radio-récepteur, dans les cinq parties du monde. Les paroles prononcées à Londres par Sa Majesté britannique ont été radiodiffusées aux Etats-Unis par 121 stations, après qu'elles eurent traversé l'Atlantique par les circuits radiotéléphoniques transatlantiques ainsi que par une voie expérimentale à ondes courtes, de Chelmsford. Les Américains avaient été obligés de se lever de bonne heure, car la transmission devait commencer peu après 6 heures (heure de New-York) ; cette heure matinale obligea les techniciens du Bell system à exécuter un grand nombre de réglages délicats, car ils étaient forcés de passer fréquemment des ondes longues aux ondes courtes et vice versa.

Au mois de novembre 1930, le roi George V s'adressa une fois de plus au monde entier lors de l'ouverture à Londres de la conférence de la Table ronde avec les délégués des Indes britanniques. La Société de radiodiffusion de Columbia reçut les paroles royales transmises au dessus de l'Atlantique, ainsi que les paroles prononcées par le premier ministre, M. Ramsay Mac Donald, et par les délégués des Indes, qui prirent la parole après sa Majesté britannique.

La voix du président Hoover a été fréquemment transmise sur les liaisons intercontinentales établies par le Bell system. Il y a trois ans (janvier 1929), il saluait le roi et la reine de Belgique, réunis à Bruxelles avec les membres du gouvernement. Lorsque le service téléphonique fut établi entre les Etats-Unis et l'Amérique

du sud, le président Hoover donna aux cérémonies d'inauguration un éclat tout particulier en s'entretenant avec les présidents de l'Uruguay et du Chili, qui se trouvaient dans leurs capitales respectives ; un jour ou deux plus tard, il conversait avec le président de la république Argentine.

Depuis lors, M. Hoover et le secrétaire d'État Stimson ont si souvent utilisé les liaisons intercontinentales pour s'entretenir avec les fonctionnaires des Etats-Unis en voyage dans les autres pays ainsi qu'avec les chefs des gouvernements d'Europe, qu'à en croire les quotidiens ils ont inauguré une nouvelle méthode dans les usages diplomatiques. En réalité, au cours de l'automne 1931, M. Stimson demanda qu'on installât en permanence dans son bureau plusieurs récepteurs serre-tête, pour que les fonctionnaires de son service pussent écouter les conversations intercontinentales, faire des observations et établir des rapports si besoin est.

Au mois de mars 1931, feu le sénateur Morrow, à Londres, fournit à M. Stimson des détails relatifs à l'accord naval projeté entre la France et l'Italie, au cours d'une conversation qui dura 25 minutes.

Pendant le séjour qu'il fit en Europe au mois de juin 1931, M. Andrew Mellon, secrétaire de la Trésorerie, s'entretint fréquemment avec M. Hoover au sujet de la marche des négociations relatives au moratoire des dettes franco-américaines. « Deux fois au moins », dit un télégramme de presse originaire de Paris, « l'opératrice de l'ambassade américaine, la voix tremblante d'émotion, annonça : la Maison Blanche va parler. Entre les conversations présidentielles, le secrétaire d'Etat Stimson et divers fonctionnaires du département d'Etat délibérèrent par téléphone ». M. Stimson rejoignit M. Mellon en Europe et, de là-bas, tous deux empruntèrent la liaison intercontinentale pour téléphoner à Washington.

On annonçait, au mois d'août 1931, que le président Hoover avait téléphoné à M. Mac Donald lorsque celui-ci eut constitué un nouveau cabinet représentant un gouvernement de coalition en Grande-Bretagne.

En octobre 1931, lorsque M. Laval, président du conseil des ministres de France, se préparait à venir en Amérique pour entre-

tenir le président Hoover du problème des dettes intergouvernementales, le secrétaire Stimson s'entretint avec l'ambassadeur des Etats-Unis à Paris au sujet des questions qui seraient traitées à Washington M. Stimson téléphona également à M. Prentiss Gilbert, consul général des Etats-Unis à Genève, au sujet de la présence de ce dernier aux réunions du conseil de la Société des nations. Après son arrivée en Amérique l'automne dernier, M. Laval utilisa presque tous les jours la liaison téléphonique transatlantique pour s'entretenir avec ses collègues du ministère à Paris.

Peu de temps après l'arrivée de M. Laval, le comte Dino Grandi, ministre italien des Affaires étrangères, et la comtesse Grandi rendirent visite à l'Amérique. Tous deux téléphonèrent en Italie : le comte, pour s'entretenir avec M. Mussolini ; la comtesse, pour parler à ses enfants qui étaient restés à Rome.

Plus récemment encore, M. Winston Churchill, l'homme d'État britannique, fut victime d'un accident d'automobile à New-York. Dès qu'il fut guéri suffisamment de ses blessures, il demanda à six reprises une communication téléphonique avec l'Angleterre pour rassurer ses parents et ses amis.

Industriels et commerçants. — La preuve a déjà été faite que la téléphonie intercontinentale est un auxiliaire précieux pour l'industrie et le commerce.

Peu de jours après l'inauguration du service transatlantique, la Studebaker corporation, dit-on, traita par téléphone la vente d'un certain nombre d'automobiles à un importateur allemand. De même la General motors export corporation a eu recours à la téléphonie intercontinentale dans des buts administratifs et commerciaux; la maison-mère aux Etats-Unis a téléphoné à diverses reprises à presque tous ses agents en Europe et en Amérique du sud, et même ceux d'Adélaïde (Australie). Puisqu'il est question d'automobiles, rappelons qu'il y a quelque temps un fabricant américain de trompes pour automobiles habitant Jackson (Michigan) téléphonait à un client éventuel à Londres. Pour convaincre celui-ci de la qualité de sa marchandise, le fabricant se fit remettre une des trompes et la fit fonctionner plusieurs fois devant le

microphone pour que le client éventuel se rendît bien compte de ce qu'il pouvait attendre de cet avertisseur.

A diverses reprises, des nouvelles relatives à la mode furent transmises de Paris à des marchands américains désireux d'offrir à leur clientèle les plus récentes créations des grands couturiers de France. Un certain jour, cent acheteurs étaient réunis dans les salons d'exposition d'une importante maison américaine d'importation, tandis que le directeur s'entretenait téléphoniquement avec son fils à Paris au sujet de la mode en vogue à ce moment-là.

Apprenant qu'un négociant de Glasgow désirait recevoir le plus tôt possible un chargement de farine d'exceilente qualité, le représentant d'une minoterie de Toronto téléphona à ce négociant et lui vendit la farine, qui devait être livrée immédiatement à Glasgow. Cette conversation intercontinentale fut suivie d'une conversation interurbaine avec les moulins que la compagnie possède à Port Colborne (Canada) pour que la farine fût chargée en toute hâte. Le lendemain matin, un cargo passait au large de Toronto en route pour Glasgow, avec 23.000 sacs de farine canadienne dans sa cale. Une autre fois, un directeur d'une autre minoterie appelait au téléphone son représentant à Oslo (Norvège) et réglait avec lui un malentendu relatif à une question de tarifs de prêt. Incidemment le directeur de la minoterie faisait remarquer à son correspondant qu'il avait souvent téléphoné à des maisons anglaises, mais que c'était la première fois que l'occasion lui était donnée de téléphoner en Norvège.

Souvent même, des immeubles ont changé de mains à la suite de négociations poursuivies en recourant au service téléphonique intercontinental. C'est à la suite d'une conversation intercontinentale qu'une grande et riche propriété fut vendue à New-York. Le marchand de biens américains appela le propriétaire à Dresde (Allemagne). Les négociations avaient été amorcées par correspondance ; mais le temps pressait et il était nécessaire de prendre rapidement une décision. La conversation dura un peu plus de 5 minutes, et l'immeuble renfermant douze magasins fut vendu.

Le chef des achats d'une grande entreprise à New-York n'a jamais quitté les Etats-Unis ; mais il a souvent recours au service

téléphonique intercontinental ; souvent, le même jour, il téléphone avec cinq ou six pays, achetant des vêtements d'homme à Londres, des vêtements de femme à Paris, des textiles à Berlin et diverses autres marchandises ailleurs, dans toutes les contrées comprises entre la Scandinavie et la Méditerranée. Ce monsieur commença modestement sa carrière, en effectuant par téléphone des achats à San Francisco, Portland (Oregon) et au Canada occidental.

Des pierres précieuses d'une valeur considérable ont changé de propriétaire à la suite de négociations engagées par les liaisons transatlantiques. Une maison de joaillerie de New-York avait cru reconnaître que le prix des diamants bruts allait sans tarder subir une hausse sur le marché de Londres. Après quelques heures d'hésitation, un ordre transmis téléphoniquement au syndicat des diamantaires de Londres permit à la maison américaine de joaillerie de passer un marché avantageux sur la base des cours.

Parmi les transactions effectuées téléphoniquement avec l'Europe, on peut citer la vente d'un fox-terrier primé dont le propriétaire habitait le comté de Lancaster en Angleterre et traita l'affaire par téléphone avec l'acheteur éventuel résidant à Worcester (Massachussetts). Un bibliophile de Philadelphie, sans quitter son bureau de Quaker City, fit une offre pour un ouvrage rare, lors d'une vente aux enchères qui avait lieu à Londres. A la suite d'une conversation téléphonique avec l'Europe, un négociant de Tulsa (Oklahama) vendit 3.000.000 de gallons d'essence (1 gallon = 3l,785). Une compagnie de canots automobiles d'Algonac (Michigan) a, en quelques minutes, vendu à une maison de Londres 100 canots, dont le prix total atteignait environ 500.000 dollars.

On voit ainsi que s'est réalisée la prophétie de M. Gifford, qui déclarait que le service téléphonique intercontinental « faciliterait certainement les affaires ».

Professions libérales. — Dans tous les domaines d'activité, les personnes exerçant une profession libérale ont appris qu'elles pouvaient retirer de grands avantages de l'emploi de la téléphonie intercontinentale. Des médecins, des hommes de loi, des prédicateurs, des architectes, etc..., ont respectivement donné des consulta-

tions, propagé leurs opinions, ou obtenu les renseignements dont ils avaient besoin en faisant appel aux voies de communication empruntant les conducteurs métalliques et l'éther. Dans mainte occasion, les étoiles de la scène ou de l'écran les ont utilisées ou ont été appelées à leur appareil téléphonique par des admirateurs qui se trouvaient parfois à 10.000 kilomètres de distance.

Il y a environ un an, un Américain qui voyageait en France tomba malade subitement. Il appela son médecin qui résidait à la Nouvelle-Orléans. Le malade fit connaître ce qu'il ressentait. Le médecin établit son diagnostic et dicta l'ordonnance par téléphone. Il y a deux ans, un procès, dont l'enjeu s'élevait à 1 million de dollars, fut en partie réglé au cours d'une conversation de 15 minutes échangée entre Londres et New-York. Il s'agissait de contrats passés pendant la guerre par le commissaire aux combustibles de Grande-Bretagne. L'avoué du demandeur américain persuada le défendeur de payer 225.000 dollars, et l'informa ensuite qu'il espérait régler entièrement le différend par téléphone.

Lorsque Sir Joseph Duveen fut poursuivi en justice pour avoir déclaré que le tableau « La belle ferronnière » n'était pas l'œuvre originale de Léonardo de Vinci, il invoqua le témoignage d'un expert qui avait excéuté des travaux secrets pour le musée du Louvre. Pour obtenir ce témoignage, il fallut l'autorisation des autorités du Louvre. Au cours d'une conversation téléphonique avec Paris, la situation fut éclaircie et l'expert reçut l'autorisation de témoigner.

Communications de caractère personnel. — Autant qu'on en puisse juger d'après les communiqués de presse, depuis l'inauguration du service téléphonique intercontinental, il y a eu à peu près autant de conversations d'un caractère personnel que de conversations d'affaires ou professionnelles, écoulées sur les nouvelles voies de communication.

Cela n'est pas surprenant, car le besoin de communication avec la famille ou avec les amis est particulièrement impérieux lorsqu'un océan nous sépare d'eux; au point de vue de la commodité, du plaisir personnel, et pour être rassuré, rien ne vaut une conversation téléphonique. Il en est particulièrement ainsi en période de

vacances ; les statistiques du trafic écoulé pendant les fêtes de Noël de 1931 en ont fourni la preuve.

Pendant cinq années de suite le trafic intercontinental a battu tous les records le jour de Noël. Le 25 décembre 1931, 342 conversations, au cours desquelles furent échangés les vœux de saison, ont été établies, dans les deux sens, entre les Etats-Unis d'une part et l'Europe, l'Australie, l'Amérique du sud, les archipels de l'Atlantique, du Pacifique, et des navires en mer. Le jour de Noël 1930, on avait échangé 207 conversations. Les 342 conversations précitées (Noël 1931) se décomposaient comme il suit :

conversations transatlantiques	182
conversations avec l'Amérique du sud	51
conversations avec les îles Hawaï	87
conversations avec les îles Bermudes	20
conversations avec des navires en mer.	2

Personne ne peut douter de l'importance politique économique et sociale d'un moyen de communication intime, personnel entre l'ancien et le nouveau monde, entre les deux Amériques et avec les îles lointaines des mers tropicales, prêtes à répondre à un appel téléphonique. Cinq années de service intercontinental ont suffi pour montrer que les nations qui en bénéficient peuvent d'année en année compter davantage sur lui ; car la possibilité de transmettre la parole et les besoins résultant des mouvements de marchandises et de personnes d'une nation à l'autre agissent et réagissent l'un sur l'autre. Les prophètes peuvent hésiter lorsqu'il s'agit d'évaluer le trafic des pensées, l'échange d'idées qui s'effectueront au cours des prochaines années sur les liaisons intercontinentales. Mais point n'est besoin d'un prophète pour ceux qui ont tressailli sous l'effet magique d'une conversation téléphonique échangée avec un pays lointain, qui ont entendu la réponse à une question pressante frapper leur oreille après avoir franchi plusieurs milliers de kilomètres de terre et d'eau avec la vitesse de la lumière. Un exemple suffira pour le prouver : c'est l'histoire d'un Scandinave habitant l'Amérique et qui fut amené à téléphoner à sa vieille mère en Suède. Il y avait trente ans qu'il avait quitté son pays natal pour se rendre aux Etats Unis. Il croyait ne plus jamais entendre de la bouche de

sa mère d'autres paroles après l'adieu attristé du jour de son départ. Un jour, il eut connaissance du merveilleux service téléphonique qui lui permettrait d'entrer en communication avec la maison où s'était écoulée son enfance. Il se renseigna sur le tarif en vigueur et fut surpris d'apprendre que le prix d'une conversation téléphonique intercontinentale était à portée de sa bourse. Il s'empressa de demander une communication avec Stockholm. La communication fut établie ; tremblant d'émoi, il attendit les premiers mots qu'allait prononcer sa chère maman. Lorsque la voix chevrotante bien connue lui répondit, il fut vaincu par l'émotion. Il éclata en sanglots et pendant quelques secondes fut incapable d'articuler le moindre mot. Mais, maîtrisant rapidement son émoi, il continua une conversation qui, à ses yeux, avait un tel intérêt, que deux jours après il se rendait spécialement au bureau central de New-York pour exprimer toute sa gratitude.

Il arrive parfois que les personnes qui téléphonent sur une liaison intercontinentale entendent des bruits légers qui se superposent aux paroles transmises. Quelquefois ce sont des signaux parasites D'autres fois (qui sait ?), ce sont peut-être les battements d'un cœur.

SERVICE D'ÉTUDES
ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

MESURES FAITES SUR LE CABLE N° 4/5 DE NOUVEAU MODÈLE A UNE QUARTE DE CONDUCTEURS POUR TRAVAUX PROVISOIRES. (1)

Le câble comprend :

une âme d'acier, cordelette de dix-neuf brins d'acier galvanisé de $0^{mm},5$ de diamètre, recouverte d'un ruban caoutchouté et d'une tresse de fils de lin enduite ;

quatre conducteurs en cuivre étamé de $0^{mm},9$ de diamètre, placés chacun dans une gaine de caoutchouc, recouverte d'un ruban caoutchouté puis d'une tresse textile imprégnée et colorée en rouge pour deux des conducteurs et en noir pour les deux autres ; les quatre conducteurs sont câblés autour de l'âme, les conducteurs de même couleur, correspondant à un combinant, étant placés, sur une coupe du câble, aux sommets opposés d'un carré ; un bourrage de jute tanné remplit les intervalles entre conducteurs.

Le toron ainsi constitué est recouvert d'un ruban caoutchouté puis d'une tresse en fils de lin enduite.

Le câble est livré en couronnes de 250 mètres.

Des mesures ont été effectuées à diverses fréquences sur une couronne de ce câble, en vue de déterminer ses constantes primaires, son impédance caractéristique et ses constantes d'affaiblissement et de déphasage par kilomètre Les deux tableaux suivants donnent, à différentes fréquences, les valeurs de ces constantes, pour les circuits combinants et pour le circuit combiné :

---

1. Note communiquée par M. Marzin, ingénieur.

COMBINANT.

FRÉQUENCE.	IMPÉDANCE caractéristique:		CONSTANTE de propagation par kilomètre :		CONSTANTES PRIMAIRES par kilomètre de boucle :			
	Module Z.	Argument φ.	Constante d'affaiblis^t .	Constante de déphasage α.	Résistance r.	Inductance l.	Perditance g.	Capacité c.
(p/s)	(ohms)	(grades)	(népers /km)	(radians /km)	(ohms /km)	(henrys /km)	(micromhos/km)	(microfarads/km)
400	515	— 45,5	0,070	0,070	53	0,00125	18,5	0,082
800	370	— 43	0,100	0,100	53	0,00125	45	0,078
1000	335	— 41,5	0,110	0,115	53	0,00125	60	0,078
1600	275	— 38,5	0,135	0,145	53	0,00125	105	0,073
2400	230	— 34,5	0,155	0,185	53	0,00125	165	0,070
3000	210	— 31,5	0,165	0,215	53	0,00125	215	0,069

COMBINÉ.

FRÉQUENCE.	IMPÉDANCE caractéristique:		CONSTANTE de propagation par kilomètre :		CONSTANTES PRIMAIRES par kilomètres de boucle :			
	Module Z.	Argument φ.	Constante d'affaiblis^t β.	Constante de déphasage α.	Résistance r	Inductance l.	Perditance g.	Capacité c.
(p/s)	(ohms)	(grades)	(népers /km)	(radians /km)	(ohms /km)	(henrys /km)	(micromhos/km)	(microfarads/km)
400	280	— 45,5	0,070	0,070	26,5	0,00046	32,5	0,135
800	200	— 44	0,095	0,095	26,5	0,00046	65	0,130
1000	185	— 43	0,105	0,105	26,5	0,00046	85	0,128
2400	125	— 38,5	0,145	0,170	26,5	0,00046	185	0,119

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Amélioration des antennes de radiodiffusion (G. C., *Journal télégraphique*, mars 1932). — La réorganisation rationnelle des réseaux nationaux de radiodiffusion, entreprise au cours de ces dernières années par les principaux pays européens, a attiré l'attention des constructeurs de stations sur la nécessité d'augmenter le rayonnement utile des antennes. L'accroissement des puissances des stations a surtout pour but de créer, autour des émetteurs, une zone où l'intensité du champ électro-magnétique est suffisante pour que la réception ne soit pas gênée parles perturbations d'origine industrielle ou par les interférences provoquées par des stations de T.S.F. voisines. Il y a donc un intérêt évident à ce que la plus grande part possible d'énergie radiée contribue à étendre cette zone de bonne réception. La difficulté qui s'oppose à une utilisation absolument rationnelle de l'énergie émise provient de ce que le rayonnement d'une antenne simple (antenne généralement utilisée en radiodiffusion) ne s'effectue pas dans un plan parallèle à la surface terrestre. Au contraire, le rayonnement dans le plan vertical a lieu de telle façon, qu'une notable quantité d'énergie quitte l'antenne suivant des angles assez voisins de la verticale. Or cette énergie est perdue pour la zone de bonne réception. Il est vrai que, réfléchie par la couche Kennelly-Heaviside puis, dans un certain cas, par la surface terrestre, elle peut occasionner, en quelques points éloignés du récepteur, un champ suffisant pour permettre une réception relativement intense. Cependant ce champ n'a pas une valeur assez grande pour que son rapport aux champs produits par des perturbations locales permette de considérer des zones de bonne réception à grande distance d'un émetteur (ceci, bien entendu, lorsqu'il s'agit des ondes moyennes réservées à la radiodiffusion). Par contre, il est certain que la plupart des interférences entre stations de radiodiffusion sont dues à l'action du « rayon indirect ». Les intéressants relevés

publiés par l'Union internationale de radiodiffusion (1) montrent que l'action du rayon indirect atteint son maximum à une distance de 600 kilomètres, tandis qu'elle est indépendante de la longueur d'onde aux environs de 1200 kilomètres, le champ produit étant alors d'environ 0,3 mV /m pour 1 kilowatt radié. Cette valeur de champ est de 8 fois inférieure à celle que prévoit Eckersley pour la zone de service « C », zone dans laquelle un léger bruit de fond est toléré et acceptable seulement pour des districts ruraux ou semi-ruraux (2). Il résulte de tout cela que le rayon indirect ne peut être pris en considération lorsqu'il s'agit d'établir une zone d'audition destinée à un service régulier. D'ailleurs, il faut encore tenir compte de l'influence du fading, très prononcé dans ce cas, qui vient modifier profondément la valeur du champ indiquée plus haut. Mais, si ce champ n'est pas suffisant pour assurer une bonne réception, il est cependant assez considérable pour provoquer une interférence avec une station locale. Le fait qu'il est particulièrement intense à 600 et même 1200 kilomètres montre que les brouillages résultants seront de nature internationale, car ces distances sont considérablement supérieures aux rayons desservis, dans de bonnes conditions, par une station, et, fréquemment, elles dépassent les frontières du pays d'origine de cette station.

Toutes ces considérations montrent donc que l'on a avantage à réduire autant que possible les radiations qui forment de grands angles avec l'horizontale, tout en favorisant une radiation qui suit la surface de la terre (3). Pour obtenir un tel résultat, il faut agir

---

1. Documents de la deuxième réunion du C.C.I.R.(Copenhague, 1931), pages 413 et suiv. (*Journal télégraphique*, juillet 1931, p. 221).

2. *The calculation of the service area of broadcasting stations*, P.P. Eckersley (*Proc. I.R.E.*, juillet 1930).

3. P.P. Eckersley fait remarquer cependant que la radiation parallèle à la surface terrestre n'exclut pas l'existence, à grande distance, d'un champ dû au rayon indirect. En effet, par suite de la courbure de la terre, le rayon direct devient tangent à la surface terrestre, puis s'échappe dans l'espace, pour être réfléchi, finalement, par la couche Kennelly-Heaviside. Ce phénomène correspond à ce qui se passe dans l'émission par ondes dirigées. Toutefois, les mesures de l'U. I.R. semblent montrer que le champ provoqué par ces radiations à grande distance est très faible. Par contre, ce qu'il importe d'éviter, c'est l'action du rayon indirect susceptible d'interférer avec l'action du rayon direct, d'où provocation de variations d'intensité dans la zone de réception utile.

sur l'organe même de radiation : l'antenne. Plusieurs études intéressantes ont été poursuivies dans ce sens, et ce sont les résultats et conclusions de ces études que nous nous proposons de rappeler brièvement ici.

En 1929, MM. P.P. Eckerseley, T.L. Eckerseley et H.L. Kirke ont publié une étude très complète sur les essais qu'ils ont entrepris en vue de déterminer le meilleur procédé pour assurer une bonne propagation des ondes moyennes, utilisées par la radiodiffusion (1). A cet effet, ils cherchèrent à déterminer tout d'abord la hauteur effective et le type d'antenne les plus efficaces. Grâce à l'emploi d'un ballon captif, il fut possible de modifier la hauteur de l'antenne,

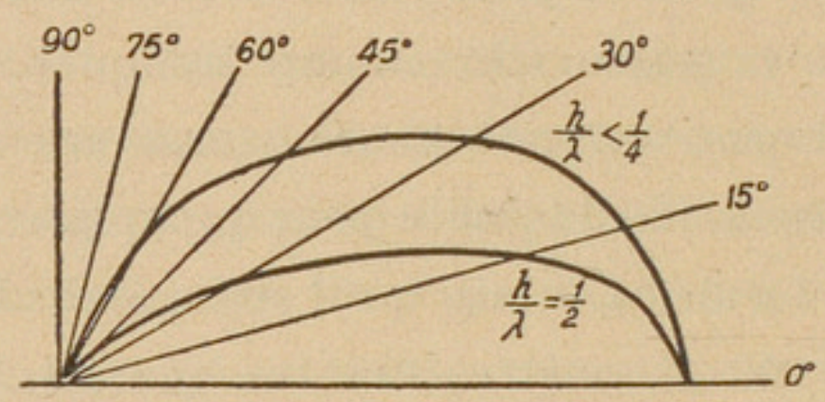


Fig. 1. — Diagrammes polaires de radiation dans le plan vertical pour des antennes en demi-onde ou en moins d'un quart d'onde.
Les vecteurs sont rapportés à une même intensité de radiation dans le plan horizontal.

ce qui permit d'intéressantes comparaisons ; en particulier, il fut démontré que l'antenne en demi-onde causait un fading moins prononcé, dans une zone rapprochée, que l'antenne en quart d'onde, plus communément utilisée. Ce résultat semble confirmer les diagrammes établis par Stuart-Ballantine (fig. 1), diagrammes qui montrent clairement que l'antenne en demi-onde cause un rayonnement indirect beaucoup plus faible que celui de l'antenne courte. Une série de mesures destinée à déterminer l'influence de l'atténuation par le sol du rayon direct a conduit les auteurs à formuler les conclusions suivantes :

1° La construction des antennes de radiodiffusion doit tendre à utiliser l'énergie transmise dans le but de créer une radiation

1. *The design of transmitting aerials for broadcasting stations, Journal of the Inst. eng.*, avril 1929 ; *The Marconi review*, janvier 1929.

horizontale aussi intense que possible, tout en réduisant la radiation verticale ;

2° Pour obtenir ce résultat, des antennes élevées sont une condition *sine qua non* ;

3° Cependant aucune antenne spéciale ne pourra empêcher que la zone desservie par des ondes moyennes ne soit plus petite que celle qu'on obtient en utilisant des ondes longues ;

4° Les organisations doivent utiliser néanmoins les ondes qui sont plus efficacement employées avec des antennes élevées.

Les auteurs ont, de plus, émis quelques considérations purement pratiques à la suite de ces résultats. En particulier, en ce qui concerne la construction des antennes, il convient de tenir compte du coût élevé des mâts. Pour les ondes moyennes, attribuées actuellement à la radiodiffusion, les mâts destinés à supporter une antenne en demi-onde auraient une hauteur comprise entre 300 et 110 mètres. S'il s'agit d'une antenne Franklin à deux demi-ondes, les mâts seraient compris entre 600 et 220 mètres. Or la hauteur maximum imposée par les conditions mécaniques et économiques est d'environ 270 mètres. Ceci montre qu'une antenne Franklin ne peut être envisagée que pour une longueur d'onde inférieure à 215 mètres. Par contre, l'antenne en demi-onde pourra être utilisée pour la plupart des longueurs d'onde.

Un compromis entre la hauteur des mâts et celle de l'antenne peut être trouvé par l'emploi d'une antenne en T. Sans pouvoir se baser sur une vérification expérimentale, les auteurs préconisent cependant que, dans ce cas, le courant atteigne son maximum, dans la partie verticale du T, à la plus grande hauteur possible au dessus de la terre. D'autre part, il conviendra de veiller à ce que les extrémités de la partie horizontale ne soient pas trop proches des mâts, afin de ne pas induire, dans ceux-ci, un courant qui pourrait provoquer un effet d'écran ou des pertes. Ces considérations ne sont plus valables pour une antenne inférieure au quart d'onde.

Peut-on utiliser les mâts eux-mêmes comme antenne ? MM. Eckersley et Kirke estiment que, bien qu'attrayante, cette méthode n'est pas à recommander, en particulier à cause de son manque de souplesse. La distribution actuelle des longueurs d'onde est susceptible

de modifications ; une station doit donc être à même de changer de longueur d'onde, ce qui ne serait pas facile dans le cas d'un mât servant d'antenne. D'autre part, un mât élevé n'est pas facile à isoler et des défauts d'isolement peuvent causer des désastres. Les mâts en bois avec âme métallique ne sont pas à recommander non plus, par suite du risque d'incendie. Enfin, lorsqu'on utilise des mâts pour supporter une antenne normale, il convient d'éviter l'effet d' « ombre » dû aux mâts. Cet effet a été remarqué à la station de Daventry. Il est suggéré alors d'isoler les mâts et de les accorder sur une longueur d'onde propre qui, lorsque les mâts ne sont pas mis à la terre, soit égale à la longueur d'onde utilisée. Aucun courant ne passera alors lorsque les mâts seront mis à la terre.

En Allemagne, plusieurs expérimentateurs se sont attelés au problème du rayonnement des antennes destinées aux stations de radiodiffusion. En général, les essais ont confirmé les résultats obtenus en Angleterre. Plusieurs articles sur ce sujet figurent dans la littérature technique allemande de 1930 et 1931. Signalons, en particulier, les essais du Reichspostzentralamt (décembre 1929), dans lesquels on a également eu recours à un ballon captif pour obtenir des antennes de différentes hauteurs (1). On a pu en déduire l'avantage que présente l'antenne en demi-onde sur l'antenne en quart d'onde quant à la quantité d'énergie rayonnée dans la haute atmosphère. L'auteur donne une explication théorique de ce phénomène.

Dans la *Telefunken-Zeitung* d'avril 1931, M. O. Böhm (2) présente une intéressante étude sur les antennes de radiodiffusion. Il examine aussi les moyens qui permettent de réduire le rayonnement selon des angles voisins de la verticale. Une série de courbes permet de réduire le rayonnement, dans le plan vertical, de plusieurs antennes de longueurs différentes. L'auteur montre que les résultats diffèrent, pour l'antenne en quart d'onde, suivant qu'on l'alimente au ventre ou au nœud d'intensité ; toutefois, l'antenne

---

1. *Neuere Versuche mit Sendeantennen*, F. Kiebitz (*Telegraphen- und Fernsprech-Technik*, octobre 1930).

2. *Ueeber die Ausbreitung der Rundfunkwellen*, O. Böhm (*Telefunken-Zeitung*, n° 57).

en demi-onde présente encore le cas le plus favorable. Afin d'obtenir un résultat semblable à celui de l'antenne en demi-onde, mais en utilisant des moyens plus économiques, M. Böhm propose d'utiliser une antenne de telle façon qu'elle présente un nœud de courant à une hauteur déterminée au dessus du sol. Le calcul montre alors que l'on peut obtenir des conditions particulièrement favorables. La figure 2 permet de constater, en effet, que les courbes de rayonnement des cas b' et d' sont beaucoup plus favorables que celle du cas b, correspondant à une antenne en quart d'onde avec ventre d'intensité à la base, et se rapprochant du cas e, correspondant à une antenne en demi-onde. Le nœud d'intensité des antennes en quart

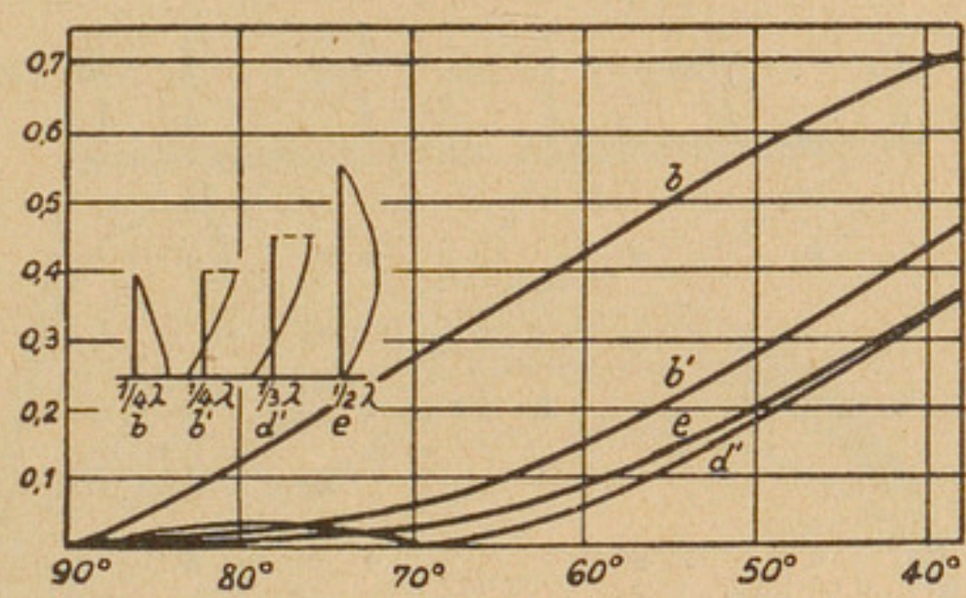


Fig. 2. — Relation entre la forme de l'antenne et le rayonnement dans le plan vertical.
Les ordonnées représentent le rapport entre le rayonnement sous l'angle considéré et le rayon sous l'angle *o*, celui-ci étant pris comme unité.

et en tiers d'onde est placé à 1 /12 de longueur d'onde au dessus du sol. Un inconvénient de cette méthode réside dans la diminution de la résistance de rayonnement, ce qui nécessite une augmentation de l'intensité du courant, à égalité de rayonnement direct avec une antenne en demi-onde, d'où augmentation des pertes dans l'antenne. Jusqu'ici, aucun essai pratique n'a été tenté en vue de vérifier ces déductions théoriques.

En 1931, le Reichspostzentralamt entreprenait, en collaboration avec la maison C. Lorenz, une série d'essais en vue d'expérimenter une nouvelle disposition d'antennes pour la radiodiffusion (1). Cette disposition ne fait plus intervenir la hauteur de l'an-

1. *Vorläufiger Bericht über Versuche zur Bekämpfung der Schwunderscheinungen im Rundfunk mit Antennengebilden üblicher Höhe* (λ /4) *und grösserer*

tenne, mais consiste à placer sur le sol plusieurs antennes de même hauteur (en quart d'onde, dans les essais du Reichspostzentralamt) suivant une figure spéciale. La figure 3 montre que, dans le cas particulier, on a donné au système rayonnant la forme d'un hexagone dont les sommets sont formés par des antennes en quart d'onde. Une autre antenne en quart d'onde est placée au centre (fig. 3-a). Elle peut être remplacée d'ailleurs par un hexagone semblable et concentrique au premier (fig. 3-b). Un tel ensemble présente, sur l'antenne en demi-onde, l'avantage d'exiger des mâts moins élevés, d'où réduction du coût de l'installation, surtout lorsqu'il s'agit d'ondes supérieures à 300 mètres. Pour faciliter les recherches, il

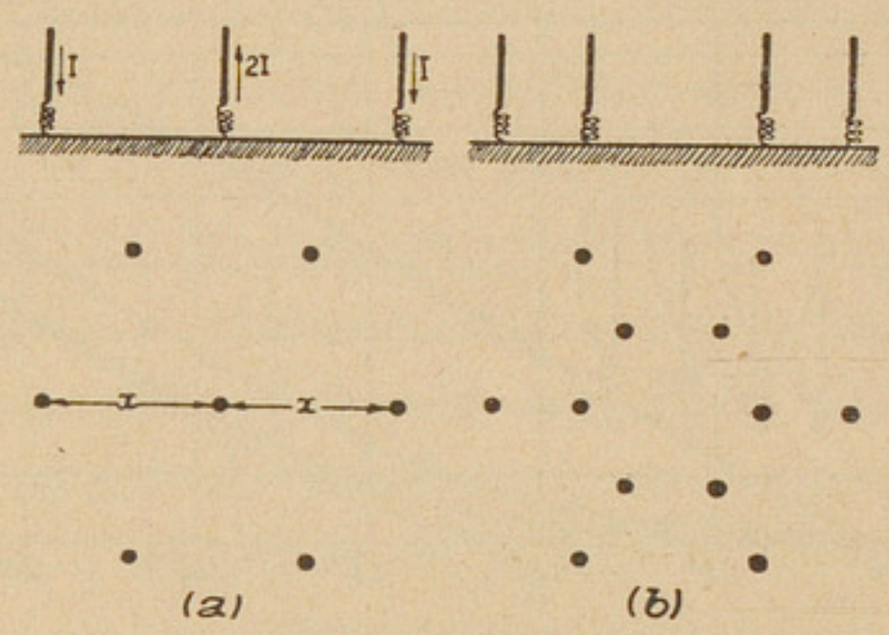


Fig. 3. — Disposition des antennes d'émission lors des essais de l'administration allemande.

fut établi un certain nombre de conducteurs spéciaux, chacun d'eux pouvant être alimenté indépendamment avec un courant de phase et d'amplitude désirées.

Trois points importants influencent la radiation d'un tel système d'antennes : 1° la distance entre chaque antenne verticale (fig. 3-a) ; 2° le rapport entre l'amplitude du courant dans les antennes extérieures et l'amplitude du courant dans l'antenne centrale ; et 3° la relation entre les phases de ces courants.

Une première série d'essais a porté sur l'influence de la variation de la distance entre les antennes. On a donné successivement à la distance x les valeurs $\lambda/2$, $\lambda/3$, $\lambda/4$ et $\lambda/6$. Les résultats ont montré

Horizontalausdehnung, H. Harbich et W. Hahnemann, *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 51, décembre 1931.

que les trois dernières valeurs paraissent les plus favorables. Cependant, plus la distance devient petite, plus les résultats tendent vers une même valeur, tandis que le rendement de la radiation diminue. Dès lors, on s'est arrêté à la valeur $\lambda/3$.

Partant de cette valeur, une autre série d'essais fut effectuée, dans le but de déterminer le meilleur rapport entre les courants dans l'antenne centrale et dans les antennes extérieures. La figure 4 donne le résultat de ces essais. On y a représenté les divers diagrammes polaires correspondant aux cas où le courant dans l'antenne centrale est dans les rapports de 4/1 (courbe 4), 3/1 (courbe 3), 2/1 (courbe 2), 1, 5/1 (courbe 1,5) ; 1/1 (courbe 1), 0/1 (courbe 0).

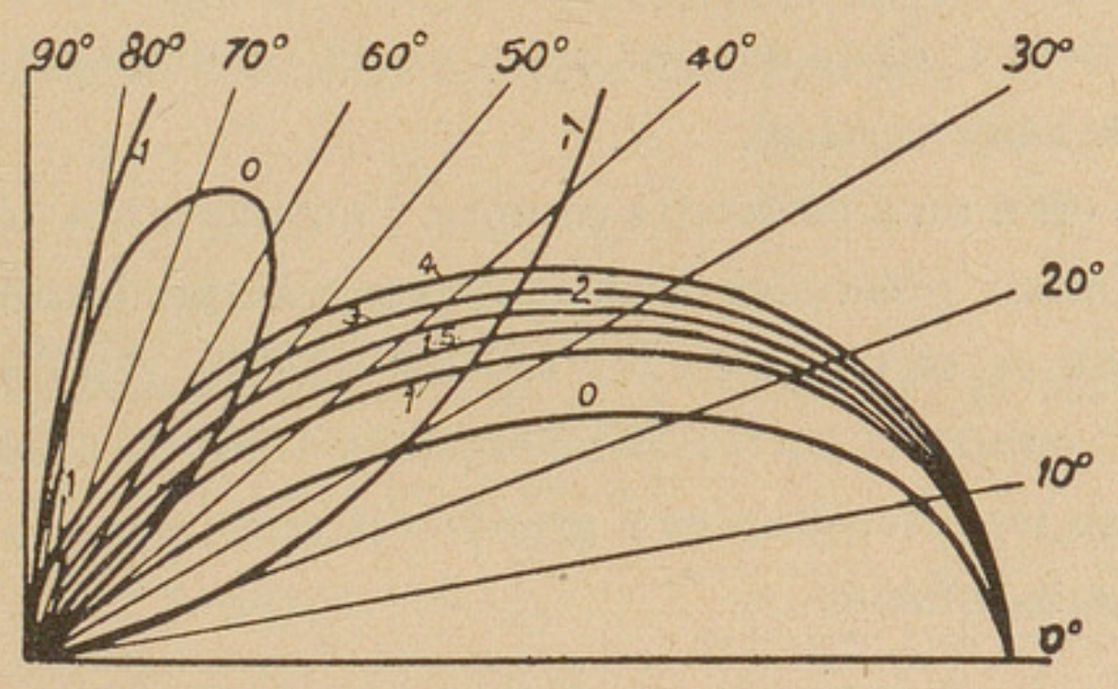


Fig. 4. — Diagramme de radiation des antennes multiples dans le plan vertical

Tous ces courants sont en opposition de phase entre les antennes extérieures et l'antenne centrale. Le cas — 1/1 (courbe — 1) indique que les courants sont les mêmes dans toutes les antennes et sont en phase. Les vecteurs représentés dans cette figure n'indiquent pas la valeur réelle du rayonnement dans chacune des directions, mais le rapport entre cette valeur et celle du rayonnement direct, tous les vecteurs étant rapportés à la même valeur du rayon direct. Le cas — 1/1, dans lequel il n'existe pas de rayonnement direct, a été reporté à la même échelle que le cas 0/1. Par rapport au rayon direct d'une antenne simple, les rayons directs des différents cas ont les valeurs suivantes :

pour le cas 1/1, environ la même valeur,

pour le cas 0/1, la moitié de cette valeur,

pour le cas 2/1, une fois et demie cette valeur,

pour le cas 4/1, deux fois cette valeur.

Des considérations de rendement semblent montrer que l'on n'a pas avantage à travailler avec des rapports trop élevés. Lors du projet d'installation définitive, on cherchera un compromis entre le rapport des courants, la distance entre les antennes et la hauteur des antennes.

Les mesures de champ relevées à la suite de ces essais montrent que, jusqu'à une distance de 100 kilomètres, le cas 2/1 offre la réception la plus stable, c'est-à-dire que l'action du fading est négligeable dans la zone de réception proche de l'émetteur. Le procédé implique donc une amélioration de cette zone, tout en diminuant les interférences à distance par suite de la réduction du rayonnement dans le plan vertical.

Comme on a pu s'en rendre compte, l'amélioration des antennes de radiodiffusion préoccupe beaucoup ceux à qui incombe le bon rendement de ce service. Il faut espérer que les résultats obtenus permettront encore d'autres améliorations, qui tendront toujours plus à réduire les interférences à grande distance, pour le plus grand bien de la radiodiffusion.

INFORMATIONS.

Le trafic postal aérien en 1931, comparativement au trafic en 1929 et 1930. — Au cours des années 1929, 1930 et 1931, il a été expédié, sur les lignes d'aviation commerciale françaises ou étrangères utilisées par l'administration des Postes pour le transport des correspondances :

	1929 (kg)	1930 (kg)	1931 (kg)
1° Lignes sur lesquelles les compagnies ou les offices sont payés d'après le poids brut des dépêches expédiées	38.883	45.741	55.498
2° Lignes sur lesquelles les compagnies ou les offices sont payés d'après le poids net des dépêches expédiées	1.865	3.858	4.350
Totaux :.....	40.748	49.599	59.848

De ces chiffres, il faut déduire les poids nets de correspondances d'origine étrangère transitant sur les lignes françaises, et qui s'élèvent à :

	1929 (kg)	1930 (kg)	1931 (kg)
1° Lignes sur lesquelles la France est rétribuée d'après le poids réellement transporté	4.968	5.795	7.681
2° Lignes sur lesquelles la France est rétribuée d'après les résultats des statistiques bi-annuelles	2.300	3.100	4.600
Totaux :.....	7.268	8.895	12.281

En définitive, les poids nets transportés par voie aérienne au cours des trois dernières années sont les suivants, en chiffres ronds exprimés en kilos :

1° Correspondance d'origine française....	33.480	40.704	47.567
2° Correspondance d'origine étrangère.....	7.268	8.895	12.281
Totaux	40.748	49.599	59.848

Le trafic postal aérien est donc en accroissement constant, les pourcentages d'accroissement étant les suivants :

A. Correspondance d'origine française :
1930 par rapport à 1929 ..... 21,57 %,
1931 par rapport à 1930 ..... 16,86 %;
B. Correspondance d'origine étrangère :
1930 par rapport à 1929 ..... 22,38 %,
1931 par rapport à 1930 ..... 38,06 %.

Il est intéressant de constater, en ce qui concerne les correspondances d'origine française, que, malgré la crise économique qui a provoqué en 1931 une baisse du trafic postal ordinaire, le trafic postal aérien continue à augmenter, bien que moins rapidement qu'en 1930. Cela montre nettement la faveur que rencontrent les transports postaux par avion auprès du public.

Par ailleurs, le transit étranger augmente rapidement. Le fait vaut d'être noté, car les sommes ainsi encaissées par l'administration, et qui se sont élevées en 1931 à 3.782.075 francs, viennent en déduction des subventions versées par l'État français aux compagnies aériennes.

Au total, l'accroissement du trafic expédié sur les lignes utilisées par l'administration française est de :

1930 ..... 21,72 %,
1931 ..... 20,66 %.

(*Bulletin d'informations du ministère des P.T.T.*)

Poste transsaharienne. — Depuis le 14 octobre dernier, le service automobile transsaharien, reliant Colomb-Béchar à Gao et Niamey, est utilisé pour l'acheminement des lettres et cartes postales (ordinaires et recommandées) à destination du Niger et de la partie orientale du Soudan (Gao, Tombouctou, etc...) Les départs de Colomb-Béchar ont lieu deux fois par mois.

Concours d'admission à la 2e section de l'Ecole professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (septembre 1932) : sujets des épreuves écrites. — *Mathématiques.* — I. Les axes OX et OY étant rectangulaires, soient C une courbe plane située dans le plan XOY, M un point de cette courbe, I le centre de courbure au point M, N le point de rencontre de la normale en M avec OX, P le milieu du segment NI.

On demande de déterminer les courbes C telles que la longueur MP soit constante et égale à une longueur donnée a.

Démontrer que, par un point quelconque A du plan, il passe en général deux courbes de cette espèce tangentes en ce point à une droite donnée AB.

Construire les deux courbes C tangentes à la droite $y = a$ au point A, de coordonnées $x = 0$, $y = a$.

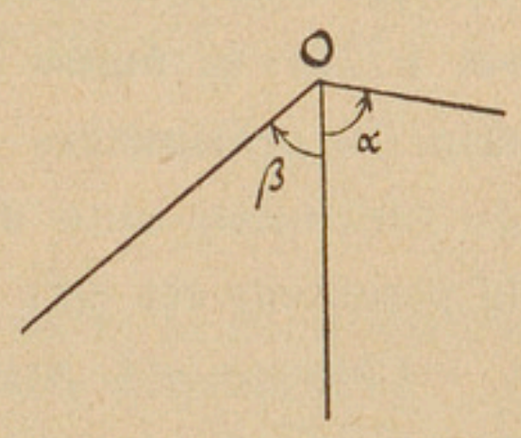
II. α étant un nombre positif ;

1° Calculer l'intégrale définie

$$I(\alpha) = \int_0^1 \frac{dx}{x^3 + \alpha^3}.$$

2° Lorsque α devient nul, $I(\alpha)$ devient infini. Trouver la partie principale de $I(\alpha)$, en prenant $\frac{1}{\alpha}$ pour l'infiniment grand principal, soit directement, soit en s'appuyant sur le résultat de la première partie.

Mécanique. — I. Les extrémités d'une tige pesante non homogène éprouvent, en sens contraire de leurs vitesses, des résistances k^2v et k'^2v' proportionnelles à ces vitesses.



Etudier le mouvement de la tige lancée d'une façon quelconque. Cas particulier où les vitesses initiales sont dans le plan vertical de la tige. Cas d'intégrabilité.

Dans le cas général, on fixe brusquement, au cours du mouvement, le centre de gravité de la tige, autour duquel elle se met à tourner sans frottement. Déterminer le mouvement ultérieur et évaluer la percussion.

II. Deux tiges homogènes pesantes, de densité linéaire ρ et de longueurs a et b, sont mobiles sans frottement dans un plan vertical autour d'une de leurs extrémités commune O. Leurs éléments se repoussent proportionnellement à la distance. Former les équations du mouvement du système. (On désignera par α et β les angles des deux tiges avec la verticale descendante du point O, ces angles étant orientés comme l'indique la figure.)

En déduire les conditions d'égalités et d'inégalités nécessaires pour que deux valeurs données, α_0 et β_0, correspondent à une position d'équilibre stable, et étudier alors les petits mouvements.

Physique. — I. Double réfraction du spath d'Islande. Surface d'onde. Polarisation des rayons réfractés. Transversalité des vibrations lumineuses. (On laissera de côté la recherche théorique de la surface d'onde à partir des théories mécanique ou électromagnétique de la lumière).

II. Trois stations, A,B,C, sont en ligne droite ; les distances entre les stations extrêmes et la station du milieu B sont toutes deux égales à 2 kilomètres. On détermine les instants auxquels on perçoit, aux trois stations, le son d'une même explosion. On constate que le son arrive simultanément aux stations A et C, $1^s,38$ après qu'il est arrivé à la station B. La température est de 15°. La vitesse du vent est nulle.

Chercher à quelle distance de la station B s'est produite l'explosion.

Le rapport des chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant de l'air est 1,41 ; le coefficient de dilatation de l'air est 1 /273; la masse du centimètre cube d'air à 0° et à la pression 76 centimètres de mercure à 0° est de $0^g,001293$; la masse du centimètre cube de mercure à 0° est de 13,6 ; l'accélération de la pesanteur est 981 cm /sec².

Chimie. — I. Acide nitrique : ses préparations industrielles, ses propriétés physiques et chimiques, ses usages, son action sur les substances organiques.

II. Un industriel, disposant de plomb métallique, désire fabriquer du bioxyde de plomb. On demande quels procédés il peut mettre en œuvre pour effectuer cette transformation et quelle sera la quantité théorique de plomb nécessaire pour fabriquer une tonne de bioxyde de plomb suivant ces différents procédés. On en déduira le procédé le plus économique. (On admet Pb = 207.)

BREVETS D'INVENTION.

Télégraphie.

730.900. Transmetteur télégraphique graduel (International communications laboratories, Etats-Unis).

730.908. Perfectionnements relatifs à la transmission télégraphique de messages typographiques (Société anonyme : Monotype, France).

730.970. Perfectionnements aux systèmes de transmission télégraphique automatique secrète (J.-H. Smart, Chine).

731.753. Appareil commandé par clavier, pour systèmes télégraphiques (Creed and Company, Angleterre).

731.914. Système de télégraphie secrète (F. Cartier, France).

732.258. Réception de signaux sans onde porteuse (H.-J.-J.-M. de Regnauld de Bellescize, France).

40.719. Appareil d'émission et de transmission automatique de signaux télégraphiques ou radiotélégraphiques (J.-E.-M. Detruiseux, France) (1re addition au brevet n° 703.473).

Téléphonie.

730.287. Câble sous-marin à protection contre la compression. (Norddeutsche Seekabelwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

L'invention concerne un perfectionnement aux câbles télégraphiques et téléphoniques sous-marins comportant un tube de protection contre la compression placé sous l'enveloppe de plomb.

Le perfectionnement consiste en ce qu'une couche magnétique est placée sous le tube de protection contre la compression, laquelle est de préférence isolée de ce tube et possède une plus grande perméabilité que la matière dont est fait ce dernier.

730.993. Microphone à grenaille de charbon (N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

730.995. Dispositif de relevage des sélecteurs dans les installations téléphoniques (F. Merk et Société dite : H. Fuld und C°, Telephon und Telegraphenwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

731.050. Elément commutateur pour sélecteurs à tige dans les installations téléphoniques (F. Merk et Société dite : H. Fuld und C°, Telephon und Telegraphenwerke Aktiengesellschaft, Allemagne).

731.070. Disposition de couplage pour l'incitation de processus de commande dans les installations téléphoniques (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

731.076. Perfectionnements aux dispositifs électriques pour l'enregistrement des signaux, tels que ceux utilisés dans les systèmes téléphoniques (Le matériel téléphonique, France).

731.170. Procédé permettant d'équilibrer les dyssymétries de capacité des groupes de conducteurs dans les câbles de télécommunication (Kabel und Metallwerke Neumeyer Aktiengesellschaft, Allemagne).

731.244. Disposition pour la transmission d'impulsions d'appel et de sélecteur sur des lignes téléphoniques (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

731.352. Perfectionnements apportés aux moyens pour assurer la protection des installations électriques, notamment de celles alimentées en courant alternatif, et plus spécialement des installations télégraphiques et téléphoniques (Association des ouvriers en instruments de précision, France).

731.407. Dispositif de contrôle pour poste téléphonique à prépayement (Le Taxiphone, France).

731.561. Installation téléphonique à plusieurs bureaux de transit (Mix und Genest Aktiengesellschaft, Allemagne).

731.596. Perfectionnements aux transmissions téléphoniques (Société d'études pour liaisons téléphoniques et télégraphiques à longue distance, France).

731.736. Perfectionnements aux installations téléphoniques automatiques et semi-automatiques (Telefonaktiebolaget L. M. Ericsson, Suède).

731.873. Dispositif maintenant invariables les différences entre les fréquences de plusieurs générateurs de courants sinusoïdaux (H.-J.-J.-M. de Regnauld de Bellescize, France).

731.952. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques ou semi-automatiques (Le Matériel téléphonique, France).

732.067. Perfectionnements relatifs aux circuits d'instruments de téléphones (Siemens Brothers and C°, Angleterre).

732.129. Perfectionnements apportés aux installations de postes téléphoniques (P. Martial, France).

732.188. Montage de bobines dans les câbles sous-marins (Felten und Guilleaume Carlswerk Aktiengesellschaft, Allemagne).

Un montage de bobines pour câbles sous marins, possédant entre l'âme du câble et la gaîne en plomb un tube de protection pour l'absorption de la pression radiale et au dessus de ce tube de protection une armature absorbant la traction et dans lesquels les bobines Pupin sont montées dans des boîtes résistant à la pression extérieure caractérisé par le fait que le tube de protection est introduit dans la boîte des bobines de telle sorte qu'il possède une certaine mobilité longitudinale et qu'en outre des deux côtés de la boîte des bobines et au dessus du tube de protection sont appliqués des corps de contact coniques en matière non compressible

mais élastique et qu'enfin la boîte des bobines et les corps de contact coniques sont entourés d'une enveloppe en plomb soudée ou brasée sur la gaîne en plomb du câble.

40.709. Perfectionnements aux systèmes de transmission des signaux électriques (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 699.169).

40.737. Appareil pour la mesure des niveaux de transmission (Lignes télégraphiques et téléphoniques, France) (1re addition au brevet n° 721.644).

40.771. 40.772 et 40.774. Perfectionnements aux systèmes de signalisation électriques (Associated telephone and telegraph Company, Etats-Unis) (2e 3e et 4e additions au brevet n° 699.589).

40.822. Perfectionnements aux systèmes téléphoniques automatiques (Compagnie des téléphones Thomson-Houston, France) (1re addition au brevet n° 720.315).

40.840. Dispositif tamiseur d'ondes composé de deux ou plusieurs filtres séparés (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne) (1re addition au brevet n° 702.189).

Transmission des images.

730.872. Perfectionnements aux systèmes électro-optiques pour la télévision et autres (R. Lyon et A. T. Stoyanowsky, France).

731.609. Procédé de suppression du phénomène d'évanouissement dans la réception d'images (C. Lorenz Aktiengesellschaft, Allemagne).

732.007 et 732.008. Procédés de télévision (M. von Ardenne, Allemagne).

732.010. Dispositif récepteur pour télévision avec tube de Braun (M. von Ardenne, Allemagne).

732.212. Perfectionnements aux appareils de télégraphie facsimile, de télévision et analogues (Marconi's wireless telegraph company, Angleterre).

40.750. Perfectionnements aux systèmes synchronisés émetteurs et récepteurs de télévision, télécinéma, télémécanique et autres applications (invention R. Barthélemy) (Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériel d'usines à gaz, France) (3e addition au brevet n° 711.446).

Radiocommunications.

730.830. Dispositif permettant de supprimer les perturbations dans la réception des signaux radioélectriques (N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

730.847. Perfectionnements aux condensateurs électriques (R. W. Debrunner, Angleterre).

730.942. Procédé de communication au moyen d'ondes à haute fréquence (Telefunken Gesellschaft fur drahtlose Telegraphie, Allemagne).

731.060. Perfectionnements aux systèmes de commande utilisables avec les amplificateurs électriques (Marconi's wireless telegraph Company, Angleterre).

731.104. Dispositif anti-parasites (Ideal Werke Aktiengesellschaft für drahtlose Telephonie, Allemagne).

731.105. Perfectionnements aux appareils de réception radiophonique (Ideal Werke Aktiengesellschaft für drahtlose, Allemagne).

731.654. Circuits d'oscillation électrique pour la production de fréquences de superposition constantes (G.Schweikert, Allemagne).

731.715. Perfectionnements aux amplificateurs microphoniques (Electrical research products, Etats-Unis).

731.938. Perfectionnements aux microphones (E. Belin, France).

731.965. Perfectionnements aux appareils récepteurs de téléphonie sans fil (R. Riberolles, France).

732.222. Cadre pour la réception des ondes radioélectriques (R. Samuel, France).

40.726 et 40.758. Tube électronique et ses divers schémas de montage (L. Lévy, France) (1re et 2e additions au brevet n° 648.810).

40.764. Perfectionnements aux systèmes amplificateurs (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (2e addition au brevet n° 611.997).

40.780. Perfectionnements aux amplificateurs à faible longueur d'onde (Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, France) (1ere addition au brevet n° 678.056).

Divers.

730.769. Installation pour la transmission à distance de grandeurs mesurées, provenant en particulier de compteurs d'électricité, par la méthode des impulsions et en utilisant un tube à décharge luminescente (Landis et Gyr, Suisse).

730.790. Disposition de couplage alimentée de deux courants au moins, notamment pour dispositifs servant au mesurage, au réglage ou à la transmission de valeurs de mesure, d'ordres, etc. (Siemens und Halske Aktiengesellschaft, Allemagne).

731.169. Système de transmission électrique de musique ou de nouvelles sur un réseau d'énergie (N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Pays-Bas).

731.267 et 731.326. Dispositif permettant l'échange simultané de signalisation de courant de plusieurs stations entre elles (Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft, Allemagne).

732.126. Procédé de production électrochimique d'images, signes graphiques ou autres enregistrements stables (V. Bausch junior, Allemagne).

BIBLIOGRAPHIE.

Les mécanismes des machines, par H. Leblanc. Paris, Garnier frères, 1931. 1 vol. in-16, de 729 pages, avec 522 figures.

Les machines modernes les plus perfectionnées ne sont constituées que par des combinaisons de mécanismes relativement simples. Il est toujours délicat, cependant, au moment de réaliser une nouvelle machine, de choisir l'arrangement des mécanismes élémentaires qui permettront les transformations complexes de mouvement que l'on recherche. L'auteur du présent ouvrage estime qu'un album qui présenterait une collection d'exemples de mécanismes types bien choisis rendrait de grands services à cet égard ; c'est là ce qu'il s'est efforcé de réaliser dans ce volume. Cet ouvrage, ne comportant aucun développement théorique superflu, illustré de nombreux dessins bien établis, avec des explications claires et suffisamment détaillées, ne manquera pas d'être très apprécié par tous les lecteurs qui s'intéressent à la mécanique. V.-L. D.

Les unités électriques, par J. Sudria ; préface de A. Blondel. Paris, Vuibert, 1931. 1 vol. in-8° de 85 pages. — Prix : 10 francs.

Les vœux émis récemment par la Commission électrotechnique internationale (Oslo, 1930) ont donné un regain d'actualité à l'éternelle question des unités électriques et magnétiques. On sait que les propositions de la C.E.I. visaient notamment :

1° à employer, dans le système électromagnétique C.G.S., deux unités distinctes pour *l'induction magnétique* (gauss) et le *champ magnétique* (oersted) : l'objet de ce vœu était de reconnaître officiellement la nécessité de considérer la perméabilité non comme un nombre mais comme une grandeur physique, c'est-à-dire la nécessité d'ajouter aux trois grandeurs fondamentales C.G.S. une quatrième grandeur fondamentale ;

2° à adopter, dans le système pratique, pour toutes les grandeurs magnétiques, des unités nouvelles, à savoir :

pour le *champ magnétique*, le *praoersted* (10^{-10} oersted) ;

pour l'*induction magnétique*, le *pragauss* (10^{-10} gauss) ;

pour le *flux magnétique*, le *pramaxwell* (10^{8} maxwells) ;

pour la *force magnétomotrice*, le *pragilbert* (10^{-1} gilbert).

Le but de cette proposition était de créer un système pratique cohérent et de faire disparaitre les coefficients numériques de certaines formules.

Ces vœux et surtout les contre-propositions qu'ils n'ont pas manqué de susciter ayant pu jeter quelque confusion dans l'esprit du public, M. Sudria procède, dans son opuscule, à un rapide examen d'ensemble de la question des unités électriques et magnétiques. Il fait l'histoire des différents systèmes (système électrostatique et système électromognétique C.G.S., système dit « pratique », enfin système électromagnétique pratique, sorti des décisions d'Oslo), en soulignant les intentions des créateurs et aussi les erreurs commises ; il démontre la nécessité d'un système à quatre grandeurs fondamentales et rappelle les différents systèmes de ce type qui ont successivement vu le jour (système de Rücker, de Blondel, de Giorgi, de Dellinger et Benett). Une série de notes, visant notamment les formules de dimensions, les systèmes « rationalisés », les unités « mixtes », complètent l'exposé. Un grand nombre d'exercices (accompagnés de leurs solutions) sont proposés au lecteur.

Comme le souligne M. Blondel dans la préface, les discussions auxquelles donne lieu la question des unités électriques ont peu de chance d'aboutir, dans un avenir prochain, à une solution parfaitement satisfaisante : les habitudes prises, l'énorme littérature technique dont la refonte serait nécessaire constituent de sérieux obstacles à un remaniement complet des unités actuelles. L'ouvrage de M. Sudria, ouvrage dont la lecture ruinera peut-être chez certains le respect religieux des unités et la crainte de leurs mystères, a le mérite de mettre en lumière, en quelques pages, les difficultés du problème, le caractère artificiel des solutions actuelles et enfin les ressemblances et les imperfections des divers remèdes qu'on peut songer à y apporter. R. B.

Cours de téléphonie automatique, *Livre II*, par Ch. Petit, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes. Paris, Eyrolles, 1932. 1 vol. in-8° de 193 pages, avec 90 figures. — Prix : 30 francs.

Cet ouvrage est la reproduction de la deuxième partie du cours de téléphonie automatique professé par l'auteur aux agents mécaniciens de l'administration des Postes et Télégraphes. Il est consacré exclusivement à l'étude du réseau parisien, sauf le premier chapitre, dans lequel on trouve un exposé très clair des différentes méthodes qui peuvent être employées pour organiser un réseau automatique comprenant plusieurs bureaux : méthode des liaisons directes, méthode des centres de zone, méthode des centres nodaux appliquée à Berlin, enfin méthode de la traduction appliquée à Londres au moyen du directeur et à Paris au moyen de l'enregistreur traducteur. Après la description de l'organisation générale du réseau de Paris, la première partie décrit dans le détail l'équipement des différentes catégories de lignes d'abonnés, l'enregistrement du numéro demandé, l'établissement, le comptage et la rupture de la communication entre deux bureaux automatiques, enfin les communications à destination des services spéciaux et les relations avec l'interurbain. La deuxième partie étudie les communications entre bureaux automatiques et bureaux manuels ; l'équipement, les circuits et l'exploitation des positions semi-B et des positions à indicateurs d'appel y sont décrits dans le détail, ainsi que la méthode de la sélection directe. Quelques notions sur le calcul des organes terminent cet ouvrage très complet, qui rendra certainement de très grands services aux techniciens du réseau de Paris, pour lesquels il sera un très précieux instrument de travail. G. L.

Mémento d'électrotechnique, par A. Curchod, directeur technique de la Revue générale de l'électricité. Tome Ier : *Electricité et magnétisme*. Paris, Dunod, 1932. 1 vol. in-8° de 526 pages, avec 182 figures. — Prix : relié, 99f ; broché, 90f .

Ce mémento d'électrotechnique comprendra quatre volumes : le premier, qui vient de paraître, traite des généralités ; le deuxième volume est consacré aux machines et appareils électriques ; le troi-

sième, à la production, la transmission et la distribution de l'énergie électrique ; le quatrième, aux applications de l'électricité, éclairage, applications mécaniques et thermiques, électrochimie, télégraphie, téléphonie, rayons X.

Le premier volume est composé de cinq chapitres : le premier renferme les formules et les tables numériques qu'utilise le plus fréquemment l'ingénieur ; le deuxième est consacré aux unités et aux symboles ; les lois fondamentales de l'électricité et du magnétisme sont résumées ensuite ; le quatrième chapitre traite des mesures ; enfin les propriétés des matériaux (conducteurs, isolants, corps magnétiques) sont étudiées dans la dernière partie.

L'ordre et le soin avec lesquels est composé l'ouvrage sont les caractères qui frapperont d'abord le lecteur ; ainsi les auteurs, après avoir rappelé, dans le deuxième chapitre, les symboles et les notations réglementaires qui doivent être utilisés pour représenter les unités ou pour figurer les appareils, n'ont pas cru devoir ensuite, dans le corps du livre, faire œuvre de fantaisie : ils observent scrupuleusement les notations et les symboles réglementaires et le cas est assez rare pour mériter d'être souligné. En ce qui concerne la matière même du livre, le lecteur aura la surprise de constater que ce « mémento » dépasse de loin le but que semblait lui assigner la modestie de son titre ; au lieu de se contenter de résumer les traités classiques d'électrotechnique générale, les auteurs ont eu le mérite de mentionner des théories, des procédés, des résultats que les traités classiques ignorent parfois : ainsi, pour ne parler que de quelques-uns des articles qui retiendront plus spécialement l'attention des lecteurs des *Annales*, il convient de féliciter les auteurs d'avoir fait, dans leur mémento, une place honorable à la théorie du quadripôle et au théorème de Thévenin.

R. B.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES.

Postes.

Les plis accidentés, par G. Tournier, président de l'Union marcophile. 191, 273
Les timbres-poste français, par L. Demoulin, directeur de l'Atelier de fabrication des timbres-poste 353, 449
Les dépêches par pigeons-voyageurs en 1870-1871 (la mission Dagron-Fernique), par H. Julien, directeur des Postes et Télégraphes.... 549
Etude sur une nouvelle méthode de taxation des imprimés déposés en nombre, par Ch. Thollon-Gils, directeur régional des Postes et Télégraphes 645
L'échange des dépêches sans arrêt de trains en France (1857-1922), par G. Tongas, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes en retraite... 837

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Le service des chèques-postaux allemands pendant la crise des payements en juillet 1931 811

INFORMATIONS.

Chèques postaux 179, 342
La marche générale des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français en 1930 256
Aviation postale 732
La gestion financière des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français pendant l'exercice 1930-1931..... 818
Les opérations de la Caisse nationale d'épargne française pendant l'année 1930 1012
Le trafic postal aérien en 1931, comparativement au trafic en 1929 et 1930..... 1111
Poste transsaharienne 1112

BIBLIOGRAPHIE.

Les marques postales militaires du Maroc (1907-1931), par G. Tournier.. 433
La société des nations et les bureaux internationaux des unions universelles postale et télégraphique, par H. Boisson..... 433

Télégraphes.

Boulisterie des télégrammes téléphonés à Paris-central et à Lyon-central, par M. Maire, rédacteur principal et G. Gilles, contrôleur des Postes et Télégraphes 208
Un baudot monosecteur, par L. Balon, inspecteur des Postes et Télégraphes 393

L'énigme télégraphique de l'an X de la République, par G. Tongas, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes en retraite..... 437
Résumé historique de l'appareil télégraphique Baudot et de ses principales transformations et applications, de l'origine à la fin de 1931, par L. Lesaffre, directeur régional honoraire des Postes et Télégraphes.. 653
Essai de ligne pneumatique à service rapide par aiguillage radioélectrique dans le réseau de Paris, par J. Jacob, directeur des services télégraphiques de Paris 681
Le développement des communications par télétype aux Etats-Unis, par A. Cougnenc, directeur de la station de New-York de la Compagnie française des câbles télégraphiques 929
L'atelier d'énergie du poste central télégraphique de Paris, par P. Mercy, inspecteur des Postes et Télégraphes..... 1045

INFORMATIONS.

La marche générale des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français en 1930 256
Acheminement des télégrammes 636
La gestion financière des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français pendant l'exercice 1930-1931 818

BIBLIOGRAPHIE.

La société des nations et les bureaux internationaux des unions universelles postale et télégraphique, par H. Boisson..... 433
Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, par J. Wallot.... 643

Téléphones.

Organisation du service téléphonique de l'exposition coloniale de Paris 1931, par J. Mailley, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.... 93
Les suppresseurs d'écho et les conditions générales qu'ils doivent remplir, par W.F. Marriage, P.R. Thomas et K. G. Hodgson..... 410
Localisation des défauts d'isolement sur les câbles par la méthode du double Murray ou du double Varley, par H. Jannès et L. Simon, ingénieurs des Postes et Télégraphes..... 489
Le téléphone à Paris, par E. Goulignac, directeur breveté des Postes et Télégraphes, professeur à l'École supérieure des Postes et Télégraphes. 572
Relation entre la longueur d'une ligne téléphonique aérienne en fil nu et le nombre des dommages causés par la foudre sur les appareils et les câbles qui lui sont reliés, par D. Stenquist, ingénieur des Télégraphes à Stockholm..... 593
Développement de l'outillage automatique dans les réseaux téléphoniques français, par V. di Pace, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes... 764
Quelques facteurs économiques dans les projets de câbles sous-marins pour la téléphonie par courants porteurs, par J.-R. Vezey..... 796
Téléphonie à deux bandes de fréquence..... 807
Etude d'une nouvelle capsule microphonique pour combiné à batterie centrale, par P. Marzin, ingénieur des Postes et Télégraphes..... 873
Caractéristiques générales du système de commutateur téléphonique dit « R 6 », par V. di Pace, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes.. 889
Etat actuel du service automobile des services techniques des Postes et Télégraphes 961
Acheminement des communications entre les bureaux automatiques et

les bureaux manuels du réseau téléphonique de Paris et de sa banlieue, par ARDILLY, VIGOUROUX et SOLEIL, contrôleurs des Postes et Télégraphes 1071
Cinq années de service téléphonique intercontinental, par K.-T. ROOD.. 1086

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

Sur un nouveau montage de poste à batterie locale..... 246
Utilisation d'éléments redresseurs à oxyde de cuivre pour la protection contre les chocs acoustiques..... 329
Limites pratiques de l'équivalent de référence du système émetteur national et du système récepteur national dans une communication téléphonique internationale 420
Sur les procédés permettant de vérifier le bon état des cordons dans les centraux téléphoniques..... 618

INFORMATIONS.

Téléphonie automatique 179, 634
La marche générale des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français en 1930 256
Un nouveau câble téléphonique entre Key-West et la Havane pour exploitation au moyen de courants porteurs..... 427
Deux nouveaux types de câbles sous-marins..... 536
Téléphonie internationale..... 538
La participation de la France à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931 732
La gestion financière des services des Postes, Télégraphes et Téléphones français pendant l'exercice 1930-1931..... 818
La participation de l'Allemagne à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931 820
La participation de la Belgique à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931..... 820
La participation des Etats-Unis à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931 par l'American telephone and telegraph company 822
La participation de la Grande Bretagne à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931..... 823
Statistiques téléphoniques américaines 828
Améliorations apportées depuis quelques mois dans le service téléphonique au Maroc 914
La participation de l'Italie à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931..... 916
La participation des Pays-Bas à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931 917
La participation de la Suisse à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931..... 918
La participation de l'Union des républiques socialistes soviétiques à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931..... 919
La participation de la Tchéco-Slovaquie à la téléphonie internationale : principaux progrès accomplis en 1931..... 919

BIBLIOGRAPHIE.

Corso di telephonia, par SCIPIONE TREVES 184
Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, par J. WALLOT 643
Cours de téléphonie automatique (livre I), par CH. PETIT..... 1019
Le téléphone chez les abonnés, par M. CAILLEZ..... 1019
Cours de téléphonie automatique (livre II), par Ch. PETIT..... 1121

Construction des lignes.

Premiers essais de câble chargé en France..... 64
Organisation du service téléphonique de l'exposition coloniale de Paris 1931, par J. MAILLEY, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes..... 93
Câbles de raccordement pour installations téléphoniques, par G. OLLIER, ingénieur des Postes et Télégraphes..... 110
Localisation des défauts d'isolement sur les câbles par la méthode du double Murray ou du double Varley, par H. JANNÈS et L. SIMON, ingénieurs des Postes et Télégraphes..... 489
La paragutta, nouvel isolant pour câbles sous-marins, par A.-R. KEMP.. 596
Quelques facteurs économiques dans les projets de câbles sous-marins pour la téléphonie par courants porteurs, par J.-R. VEZEY..... 796
Utilisation de fils en alliages d'aluminium pour la construction des lignes téléphoniques, par L. DAUMARD, ingénieur des Postes et Télégraphes.. 943

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

Câble n° 4/5 de nouveau modèle à une quarte de conducteurs pour travaux provisoires..... 1100

INFORMATIONS.

Un nouveau câble téléphonique entre Key-West et la Havane pour exploitation au moyen de courants porteurs..... 427
Deux nouveaux types de câbles sous-marins..... 536

BIBLIOGRAPHIE.

Etude et construction des lignes électriques aériennes par CH. LAVANCHY. 835

Radioélectricité.

Compte rendu des travaux et études du Laboratoire national de radioélectricité, présenté au Conseil supérieur du laboratoire, par C. GUTTON, directeur..... 70
Le système à bande latérale unique appliqué aux ondes courtes, par A. REEVES..... 136
Le général Ferrié..... 185
Un récepteur moderne pour le trafic télégraphique sur ondes moyennes, par G. ESPINASSE, ingénieur des Postes et Télégraphes..... 299
Notes et souvenirs sur l'établissement des pylônes du poste de T.S.F. de Croix d'Hins..... 791
Détermination des caractéristiques de fonctionnement à diverses fréquences, à l'aide d'une sirène photoélectrique, par W. SCHAEFFER et G. LUBSZINSKY..... 905
Les communications radioélectriques avec les navires en mer, par E. PICAULT, directeur du service de la T.S.F..... 1021
Calcul de la résistance de rayonnement d'un feeder bifilaire, par LOEB, ingénieur des Postes et Télégraphes..... 1060

SERVICE D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES TECHNIQUES.

Essais concernant la distribution dans l'espace des parasites en T.S.F..... 525

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur un système électrique auto-entretenu utilisant un tube à néon..... 81
Sur les oscillateurs à ondes très courtes..... 176
Coefficients de distorsion non-linéaire des lampes amplificatrices triodes.. 629
Sur les phénomènes de synchronisation..... 1009
Amélioration des antennes de radiodiffusion..... 1102

INFORMATIONS.

L'équipement radioélectrique de l'« Atlantique »..... 258
La nouvelle station d'émission du poste de radiodiffusion « Radio-Paris ». 263
Radiotélégraphie 342
Radiotéléphonie 633
Le réseau national français de radiodiffusion..... 637
Le nouveau réseau émetteur français de radiodiffusion..... 735
Les pylônes rayonnants 825
Nombre de licences délivrées aux auditeurs de la radiodiffusion..... 1012

BIBLIOGRAPHIE.

La télévisione, par G. Furlani..... 349

Etudes théoriques.

Note sur les bruits et leur mesure, par P. Chavasse, ingénieur des Postes et Télégraphes 15
Bruits, par K.W. Wagner..... 222
L'état actuel du problème de la transmutation artificielle des éléments.. 238
Acoustique des salles, par P.M. Prache, ingénieur des Postes et Télégraphes 400
Le mécanisme de la production des oscillations, par Ph. Le Corbeiller, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes..... 697
Etude des courants vagabonds et des phénomènes d'électrolyse, par C. et M. Schlumberger..... 745
Détermination des caractéristiques de fonctionnement à diverses fréquences, à l'aide d'une sirène photo-électrique, par W. Schaeffer et G. Lubszinsky..... 905

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur un système électrique auto-entretenu utilisant un tube à néon..... 81
Coefficients de distorsion non-linéaire des lampes amplificatrices triodes.. 629

BIBLIOGRAPHIE.

Electric circuit analysis, par M.G. Malti..... 88
Cours d'électricité théorique, par J.-B. Pomey..... 89
Communication networks, par Ernst A. Guillemin..... 348
Les principes physiques de la théorie des quanta, par W. Heisenberg.. 351
L'hydrodynamique et la théorie cinétique des gaz, par Y. Rocard..... 548
Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik, par J. Wallot.. 643

Divers.

La gestion des magasins dans les grandes entreprises, par M. Cornet, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes..... 1

Note sur les bruits et leur mesure, par P. CHAVASSE, ingénieur des Postes et Télégraphes 15
Les accidents dus à l'électricité et les moyens de secours actuels par R. LEGENDRE, directeur de laboratoire à l'École des Hautes Etudes, chef des services techniques de l'Office national de recherches et inventions 47
Le général Ferrié 185
Bruits, par K.-W. WAGNER 222
L'état actuel de la normalisation industrielle, par M. ANDROUIN 315
Acoustique des salles, par P.-M. PRACHE, ingénieur des Postes et Télégraphes 400
Ventilation des espaces souterrains, par J. CHAPPUIS, docteur ès sciences, chef du service des recherches physiques à la Société du gaz de Paris .. 502
La paragutta, nouvel isolant pour câbles sous-marins, par A.-R. KEMP .. 596
Le mécanisme de la production des oscillations, par Ph. LE CORBEILLER, ingénieur en chef des Postes et Télégraphes 697
Etude des courants vagabonds et des phénomènes d'électrolyse, par C. et M. SCHLUMBERGER 745
Appareil à lecture directe pour la mesure et l'analyse des bruits, par T. G. CASTNER, E. DIETZE, G. T. STANTON et R. S. TUCKER 967

REVUE DES PÉRIODIQUES.

Sur l'emploi, en électricité, de modèles mécaniques 250
Sur la réalisation des machines électrostatiques 251
Sur des intégrateurs mécaniques à liaisons holonomes 253
Sur un nouveau procédé d'auscultation des ouvrages en béton ou béton armé et notamment des barrages 533

INFORMATIONS.

L'énergie électrique en France en 1929 179
L'énergie du vent 342
Statistique des accidents de personnes survenus pendant l'année 1929 dans les distributions d'énergie électrique 428
Premiers soins à donner aux victimes de brûlures par l'électricité en attendant l'intervention du médecin 539
Concours d'admission à la 1re section de l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (avril 1932) : sujets des épreuves écrites 634
Concours d'admission à la 2e section de l'École professionnelle supérieure des Postes et Télégraphes (septembre 1932) : sujets des épreuves écrites. 1112

BIBLIOGRAPHIE.

Les machines à courant continu, par R. LANGLOIS-BERTHELOT 89
Manuel-agenda du personnel des Postes, Télégraphes et Téléphones, par R. MENOU, G. CALVEL et L. NAUD 91
Tables logarithmiques des factorielles jusqu'à 10.000, par J. BOCCARDI .. 184
Les récents progrès de la désintégration artificielle des éléments par bombardement de rayons alpha, par M. DE BROGLIE 271
James Clerk Maxwell : A commemoration volume : 1831-1931 271
Leçons de chimie, par A. TRAVERS 272
Les ultra-sons et la biologie, par F. WOLFERS 349
Annuaire pour l'an 1932 publié par le Bureau des longitudes 350
Conférences d'actualités scientifiques et industrielles 350
La société des nations et les bureaux internationaux des unions universelles postale et télégraphique, par H. BOISSON 433

L'hydrodynamique et la théorie cinétique des gaz, par Y. ROCARD..... 548
Traité de physique générale et expérimentale, par J. LEMOINE et A. BLANC 743
Un nouveau périodique scientifique roumain..... 744
Etude et construction des lignes électriques aériennes, par CH. LAVANCHY. 835
Alta frequenza 836
Die elektrische Fernüberwachung und Fernbedienung für Starkstromanlagen und Kraftbetriebe, par M. SCHLEICHER..... 927
Les mécanismes des machines, par H. LEBLANC 1119
Les unités électriques, par J. SUDRIA..... 1119
Memento d'électrotechnique, par A. CURCHOD..... 1121

BREVETS D'INVENTION.... 84, 181, 266, 344, 431, 542, 638, 739, 831, 921, 1014, 1115

Pour permettre les références aux divers fascicules, voici l'indication de la première page de chacun d'eux : janvier, p. 1 ; février, p. 93 ; mars, p. 185 ; avril, p. 273 ; mai, p. 353 ; juin, p. 437 ; juillet, p. 549 ; août, p. 645 ; septembre, p. 745 ; octobre, p. 837 ; novembre, p. 929 ; décembre, p. 1021.

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS.

ANDROUIN	L'état actuel de la normalisation industrielle....	315
ARDILLY, VIGOUROUX et SOLEIL..	Acheminement des communications téléphoniques entre les bureaux automatiques et les bureaux manuels du réseau téléphonique de Paris et de sa banlieue.....	1071
BALON	Un baudot monosecteur	393
CASTNER, DIETZE, STANTON ET TUCKER	Appareil à lecture directe pour la mesure et l'analyse des bruits	967
CHAPPUIS	Ventilation des espaces souterrains	502
CHAVASSE	Note sur les bruits et leur mesure.....	15
CORNET	La gestion des magasins dans les grandes entreprises	1
COUGNENC	Le développement des communications par télétype	929
DAUMARD	Utilisation de fils en alliages d'aluminium pour la construction des lignes téléphoniques	943
DEMOULIN	Les timbres-poste français	353, 449
DIETZE.....	Voy. CASTNER.	
ESPINASSE	Un récepteur moderne pour le trafic télégraphique sur ondes moyennes	299
GILLES.....	Voy. MAIRE.	
GOULIGNAC	Le téléphone à Paris.....	572
GUTTON	Compte rendu des travaux et études du Laboratoire national de radioélectricité	70
HODGSON	Voy. MARRIAGE.	
JACOB	Essai de ligne pneumatique à service rapide par aiguillage radioélectrique dans le réseau de Paris	681
JANNÈS ET SIMON..	Localisation des défauts d'isolement sur les câbles par la méthode du double Murray ou du double Varley	489
JULIEN	Les dépêches par pigeons-voyageurs en 1870-1871 (la mission Dagron-Fernique)	549
KEMP.....	La paragutta, nouvel isolant pour câbles sous-marins	596
LE CORBEILLER ...	Le mécanisme de la production des oscillations..	697
LEGENDRE	Les accidents dus à l'électricité et les moyens de secours actuels	47
LESAFFRE	Résumé historique de l'appareil télégraphique Baudot et de ses principales transformations et applications, de l'origine à la fin de 1931.....	653
LOEB	Calcul de la résistance de rayonnement d'un feeder bifilaire	1060
LUBSZINSKY	Voy. SCHAEFFER.	
MAILLEY	Organisation du service téléphonique de l'exposition coloniale de Paris 1931.....	93

MAIRE ET GILLES .	Boulisterie des télégrammes téléphonés à Paris-central et à Lyon-central	208
MARRIAGE, THOMAS et HODGSON	Les suppresseurs d'écho et les conditions générales qu'ils doivent remplir	410
MARZIN	Etude d'une nouvelle capsule microphonique pour combiné à batterie centrale	873
MERCY	L'atelier d'énergie du poste central télégraphique de Paris	1045
OLLIER	Câbles de raccordement pour installations téléphoniques	110
DI PACE	Développement de l'outillage automatique dans les réseaux téléphoniques français	764
	Caractéristiques générales du système de commutateur téléphonique dit « R 6 »	889
PICAULT	Les communications radioélectriques avec les navires en mer	1021
PRACHE	Acoustique des salles	400
REEVES	Le système à bande latérale unique appliqué aux ondes courtes	136
ROOD	Cinq années de service téléphonique intercontinental	1086
SCHAEFFER et LUBSZINSKY	Détermination des caractéristiques de fonctionnement à diverses fréquences, à l'aide d'une sirène photo-électrique	905
SCHLUMBERGER	Etude des courants vagabonds et des phénomènes d'électrolyse	745
SIMON	Voy. JANNÈS.	
SOLEIL	Voy. ARDILLY.	
STANTON	Voy. CASTNER.	
STENQUIST	Relation entre la longueur d'une ligne téléphonique aérienne en fil nu et le nombre des dommages causés par la foudre sur les appareils et les câbles qui lui sont reliés	593
THOLLON-GILS	Etude sur une nouvelle méthode de taxation des imprimés déposés en nombre	645
THOMAS	Voy. MARRIAGE.	
TONGAS	L'énigme télégraphique de l'an X de la République	437
	L'échange des dépêches sans arrêt de trains en France (1857-1922)	837
TOURNIER	Les plis accidentés	191, 273
TUCKER	Voy. CASTNER.	
VEZEY	Quelques facteurs économiques dans les projets de câbles sous-marins pour la téléphonie par courants porteurs	796
VIGOUROUX	Voy. ARDILLY.	
WAGNER	Bruits	222

Le gérant :
HENRI DÉVÉ.

ÉVREUX. — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ. — 4-12-32.

ECOLE SPECIALE DES TRAVAUX PUBLICS
DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

Léon EYROLLES, C. ✻, ❀ I., Ingénieur-Directeur

12, r. Du Sommerard et 3, r. Thénard
PARIS (Ve)

Polygone et Ecole d'Application
ARCUEIL-CACHAN, près Paris

1° ECOLE DE PLEIN EXERCICE

Reconnue par l'Etat, avec diplômes officiels d'Ingénieurs

1.100 Elèves par an — 143 Professeurs

QUATRE SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

1° Ecole supérieure des Travaux publics
Diplôme d'Ingénieur des Travaux Publics

2° Ecole supérieure du Bâtiment
Diplôme d'Ingénieur Architecte

3° Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité
Diplôme d'Ingénieur Electricien

4° Ecole supérieure de Topographie
Diplôme d'Ingénieur Géomètre

SECTION ADMINISTRATIVE.

Pour la préparation aux grandes administrations techniques
(Ingénieurs des Travaux Publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc.)

2° " L'ECOLE CHEZ SOI "
(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 Elèves par an — 173 Professeurs spécialistes

La première Ecole d'enseignement par Correspondance fondée en Europe, il y a 40 ans, et la seule qui s'appuie sur une Ecole de plein exercice, aussi indispensable à l'enseignement par correspondance que le Laboratoire l'est à l'Usine.

SITUATIONS AUXQUELLES CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

1° **Situations industrielles** : Travaux publics — Bâtiment — Electricité — Mécanique — Métallurgie — Mines — Topographie.

2° **Situations administratives** : Ponts et chaussées et Mines — Postes et Télégraphes — Services vicinaux — Services municipaux — Génie rural — Inspection du Travail — Travaux Publics des Colonies — Compagnies de chemins de fer, etc.

Préparation spéciale : A L'ECOLE SUPÉRIEURE DES POSTES ET TÉLÉGRAPHES, section des *Rédacteurs Elèves.*

AU CONCOURS POUR L'EMPLOI DE *Rédacteurs* dans les services extérieurs des Postes, Télégraphes, Téléphones et de contrôleur des P.T.T.

AU CONCOURS POUR LES EMPLOIS DE **surnuméraire** *des Postes, Télégraphes, Téléphones,* **de dame employée** *des Postes, Télégraphes, Téléphones,* **d'agents mécaniciens, de monteur,** *de* **chef d'équipe** des Télégraphes et des Téléphones.

Envoi gratuit de : Notices, Catalogues et Programmes sur demande adressée à

ECOLE DES TRAVAUX PUBLICS
12 et 12bis, rue Du Sommerard, Paris (5e)

S. E. C. A. P.

Société d'Etude et de Construction

d'Appareils de Précision

S. A. Cap. : 625.000 frs

217, Boulevard Voltaire, PARIS (11e)

Télégrammes : Setucap-Paris

(3, Impasse des Jardiniers)

Téléphone : Roquette 84-30

AGENTS

de la Sté Française des Appareils CREED

Appareils Télégraphiques

MORSE — BAUDOT

MURRAY — CREED

Télégraphie automatique rapide

Etude de tous appareils de Précision

Fournisseur des Gouvernements Français et Etrangers

R. C. Seine 250.202.B.

ÉVREUX — IMPRIMERIE HENRI DÉVÉ — MCMXXXII